



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 00735

(22) Data de depozit: 23.01.2009

(30) Prioritate:

13.02.2008 CA 2, 621, 013  
13.02.2008 US 12/068, 881

(41) Data publicării cererii:

28.02.2011 BOPI nr. 2/2011

(86) Cerere internațională PCT:

Nr. CA 2009/000066 23.01.2009

(87) Publicare internațională:

Nr. WO 2009/100518 20.08.2009

(71) Solicitant:

• ARCHON TECHNOLOGIES LTD., 1900,  
111-5TH AVENUE S.W., CALGARY,  
ALBERTA., CA

(72) Inventatori:

• AYASSE CONRAD, 3931 POINT MCKAY  
ROAD N.W., CALGARY, ALBERTA, CA;  
• WU XINJIE, 5735 DALHOUSIE DRIVE  
N.W., CALGARY, ALBERTA, CA;  
• BLOOMER CHRIS, 40 SILVERWOODS  
DRIVE N.W., CALGARY, ALBERTA, CA

(74) Mandatar:

CABINET M. OPROIU - CONSILIERE ÎN  
PROPRIETATE INTELECTUALĂ S.R.L.,  
STR. POPA SAVU, NR. 42, PARTER,  
SECTOR 1, 011434, BUCUREȘTI

(54) PROCEDEU MODIFICAT PENTRU EXTRAȚIA  
HIDROCARBURILOR, CARE UTILIZEAZĂ CÔMBUSTIA  
IN SITU

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu pentru recuperarea hidrocarburilor dintr-un zăcământ subteran, prin combustie subterană, în timpul căreia injecția gazului oxidant este făcută printr-o gaură de sondă verticală, iar extracția fluidelor este făcută printr-o gaură de sondă în formă de "L" întors. Procedeu conform invenției constă în injectarea unui gaz de oxidare prin cel puțin o gaură de sondă verticală în sau în apropierea secțiunii verticale a unei găuri de sondă de extracție în formă de "L" întors, creându-se un front de combustie vertical, ce înaintează spre vârful unei secțiuni orizontale a sondei de extracție, provocând urcarea și lichefierea hidrocarburilor din zăcământ de deasupra porțiunii orizontale, după care are loc curgerea acestora spre în jos, în porțiunea orizontală, care este permeabilă, din care aceste hidrocarburi sunt extrase la suprafață printr-o garnitură de țevi plasată în gaura de sondă de extracție, tot în aceasta din urmă fiind dispusă și o garnitură de țevi de injecție a unui gaz neoxidant, în zona de călcăi a porțiunii orizontale, sondele de injecție și de extracție fiind alăturate în dreptul porțiunii verticale a sondei de extracție.

Revendicări: 17

Figuri: 5

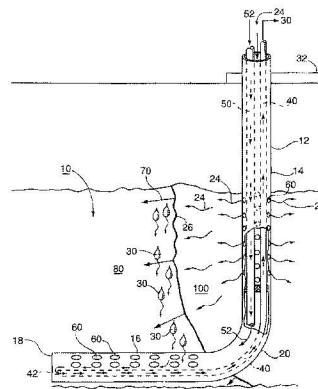
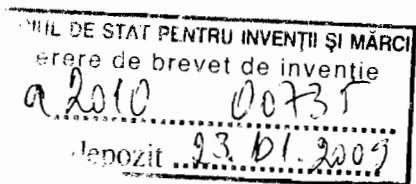


Fig. 4





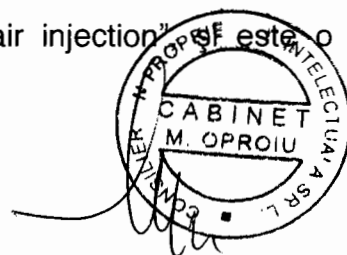
154

## DOMENIUL INVENȚIEI

Această invenție se referă la un procedeu modificat pentru recuperarea hidrocarburilor dintr-un zăcământ subteran prin combustia *in situ* și la întrebuintarea unui puț de extracție orizontal.

## STADIUL TEHNICII

Brevetul de invenție US nr. 5.626.191, cesionat, eliberat la data de 6 mai 1997 (în cele ce urmează, brevetul de invenție '191), descrie procedeele de combustie *in situ* pentru extracția hidrocarburilor dintr-un rezervor subteran de hidrocarburi prin utilizarea: (i) a cel puțin unui puț de injectare, amplasat relativ sus într-un zăcământ de țitei, pentru injectarea unui gaz oxidant în zăcământul de hidrocarburi, și (ii) un puț de extracție, pentru extracția hidrocarburilor lichefiate sau gazeificate din zăcământul de hidrocarburi. Puțul de extracție are o secțiune verticală care este în comunicare cu un picior orizontal, care se extinde efectiv perpendicular în afara secțiunii verticale și care are o parte „de vârf” și o parte de „călcâi”. Piciorul orizontal se termină relativ jos în zăcământ, iar la partea de „călcâi” a acestuia este în comunicare cu secțiunea verticală. Aerul sau alt gaz oxidant, cum ar fi aerul îmbogățit cu oxigen, este injectat prin puțul de injectare în zăcământul de hidrocarburi, în mod obișnuit prin perforațiile din partea superioară a unui puț vertical de injectare, amplasat în vecinătatea „călcâiului” piciorului orizontal al puțului de extracție. Piciorul orizontal al puțului de extracție este orientat, în general, perpendicular în raport cu un front de combustie în general cvasi-vertical al hidrocarburilor de ardere, care sunt produse după aprinderea unei părți a hidrocarburilor din zăcământul de lângă puțul de injectare. Acest front de combustie este alimentat cu un gaz oxidant prin puțul de injectare. „Vârful” părții piciorului orizontal este poziționat pe traseul frontului mobil de combustie. Frontul de combustie rezultat se propagă de la „vârful” piciorului orizontal, de-a lungul piciorului orizontal, în direcția spre partea de „călcâi”. În timpul acestui procedeu, hidrocarburile încălzite din zăcământ, în avans față de frontul de combustie aflat în mișcare, devin lichefiate sau gazeificate și circulă în piciorul orizontal, iar din acest picior sunt apoi scoase la suprafață prin secțiunea verticală a puțului de extracție. Acest procedeu din brevetul de invenție U.S. nr. 5.626.191 este denumit „THAI™”, un acronim pentru „toe-to-heel air injection” și este o marcă

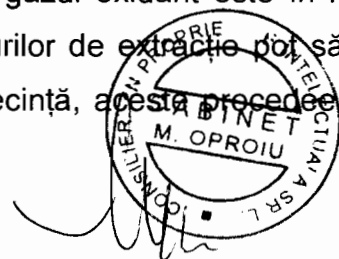


înregistrată a firmei Archon Technologies Ltd., o filială a Petrobank Energy and Resources Ltd., Calgary, Alberta, Canada.

Brevetul de invenție U.S. nr. 6.412.557, de asemenea cesionat, descrie un procedeu similar, dar modificat, care are etapa suplimentară de amplasare a unui catalizator de înnobilare a hidrocarburilor de-a lungul, în interiorul sau în jurul piciorului orizontal, pentru diminuarea efectivă a vâscozității hidrocarburilor, pentru îmbunătățirea calității hidrocarburilor și pentru mărirea debitului de hidrocarburi din zăcământ în piciorul orizontal al puțului de extracție, în vederea scoaterii ulterioare la suprafață. Acest procedeu modificat este cunoscut în industrie sub denumirea de CAPRI™, de asemenea o marcă înregistrată a firmei Archon Technologies Ltd.

WO2005121504 (PCT/CA2005/000833), publicat în data de 12 decembrie 2005, cesionat, face cunoscut un procedeu similar procedului THAI™, care cuprinde, în plus, o etapă suplimentară de asigurare a unei tubulaturi de injectare în puțul de extracție, în interiorul secțiunii verticale și efectiv pe lungimea piciorului orizontal, la o poziție în apropierea „vârfului” ale acestuia, în scopul injectării prin tubulatura menționată, în regiunea „vârfului” piciorului orizontal menționat, a unui mediu neoxidant, care cuprinde abur, apă sau a unui gaz neoxidant. Injectarea acestui mediu neoxidant în regiunea „vârfului” piciorului orizontal, are efectul de a deplasa orice gaz oxidant dintr-o astfel de zonă și, astfel, de a împiedica combustia hidrocarburilor înnobilate, care au intrat prin curgere în piciorul orizontal, măbind suplimentar presiunea ambiantă din piciorul orizontal, astfel încât să împiedice sau să reducă suplimentar aflusul de gaz oxidant din puțul de injectare care este gazul oxidant injectat în rezervorul de hidrocarburi.

Dezavantajos este că, în fiecare dintre procedeele tehnicilor anterioare pentru recuperarea hidrocarburilor lichefiate și/sau gazeificate dintr-un zăcământ de hidrocarburi, gazul oxidant trebuie să fie injectat în apropierea vârfului piciorului orizontal și departe de secțiunea verticală a puțului de extracție. Acest loc de injectare a gazului oxidant se află departe de secțiunea verticală a puțului de extracție, suprafața puțului de extracție fiind locul unde gazul oxidant este în mod obișnuit generat. Injectarea și secțiunea verticală a puțurilor de extracție pot să fie separate de un (1) kilometru sau de mai mulți. În consecință, acesta procedeu din



tehnica anterioară necesită astfel, în mod obișnuit, transportarea gazului oxidant la locul puțului de injectare, prin conductele de la puțul de extracție, sau, în mod alternativ, necesită instalarea de echipamente la locul puțului de injectare pentru a se permite generarea gazelor oxidante pentru injectarea ulterioară. Acest lucru necesită un acces liber, prin defrișări, și/sau un spațiu mărit la locul puțului de injectare, pentru găzduirea instalațiilor suplimentare de distribuire și/sau de generare și de comprimare a gazului oxidant, în acest mod mărindu-se „amprenta” ambiantă și impactul operațiunilor de forare asupra mediului înconjurător, ceea ce duce și la costuri crescute.

Astfel, există o necesitate pentru un procedeu modificat THAI™ și CAPRI™, în care aceste dezavantaje să fie eliminate.

## REZUMATUL INVENȚIEI

Procedeu din prezenta invenție se referă la un procedeu modificat de recuperare a hidrocarburilor *in situ*, care, în locul injectării gazului oxidant aproape de partea „vârfului” piciorului orizontal, injectează gazul oxidant în sau în apropierea secțiunii verticale a puțului de extracție (adică, la porțiunea „călcâiului”). Procedeu modificat înlătură necesitatea unei platforme separate de forare/extracție pentru injectarea gazului oxidant, prin aceasta reducându-se costul și diminuându-se impactul nociv asupra mediului al procedeelelor de recuperare *in situ*.

În mod avantajos, procedeu din prezenta invenție, într-o a treia formă specială de realizare, descrisă mai jos, elimină suplimentar necesitatea unui puț separat de injectare a gazului oxidant întrucât, prin această ameliorare, secțiunea verticală a puțului de extracție servește și ca puț de injectare, în acest mod reducându-se și costurile de forare a puțului și reducându-se și cheltuielile de investiții.

În mod specific, în loc de a fi un procedeu „vârf spre călcâi” („toe-to heel”), procedeu din prezenta invenție este un procedeu „călcâi spre vârf” („heel-to-toe”). Punctul de injectare a gazului oxidant este modificat pentru a se afla la „călcâi” spre deosebire de „vârf”, astfel încât frontul de combustie să se deplaseze în direcția opusă în raport cu cea din procedeu THAI™, adică din direcția „călcâiului” puțului orizontal spre



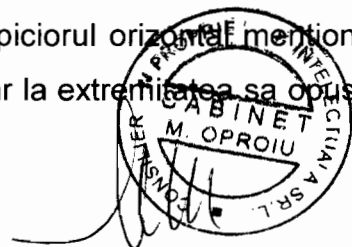
„vârf”.

În prezenta invenție se dezvoltă trei regiuni ale zăcământului, în raport cu poziția zonei de combustie. Lângă „călcâi” și după trecerea frontului de combustie de „călcâi” se află zona arsă, epuizată de țiței, zonă care rezultă după injectarea gazului oxidant și după ce frontul de combustie a avansat o perioadă de timp în afara și departe de puțul de injectare și de partea de „călcâi” a piciorului orizontal. Această zonă arsă este umplută efectiv cu gazul oxidant. În apropiere se află zona de cocsificare care, în esență, este aria din interiorul zăcământului pe care gazul oxidant a putut apoi să o penetreze în zăcământ și, în esență, este aria la care există frontul de combustie (combustia care are loc fiind aceea a cocsului rămas ce reprezintă hidrocarburile care apoi rămân după ce hidrocarburile mai ușoare din acest zăcământ și de dinaintea acestui front de combustie au fost lichefiate sau gazeificate și au curs în piciorul orizontal și care, după aceea, au fost scoase la suprafață. În final, spre „vârful” puțului orizontal se află regiunea zăcământului care conține hidrocarburile spre care avansează frontul de combustie.

La debite de injectare mai mari, presiunea din zăcământ se mărește, iar gazul oxidant din zona arsă, care conține oxigen rezidual, poate să fie forțat în piciorul orizontal al puțului de extracție. Acest lucru este împiedicat în procedeul din prezenta invenție prin injectarea, fie pe o perioadă limitată, fie continuu, a unui mediu, de exemplu, un gaz neoxidant, cum ar fi dioxidul de carbon dioxide, și/sau a aburului sau apei, pentru mărirea presiunii din interiorul piciorului orizontal al puțului de extracție.

În consecință, într-un aspect larg al procedeului din prezenta invenție, pentru a se realiza avantajul de a se putea injecta gazul oxidant în apropierea sau în secțiunea verticală a puțului de extracție, se descrie un procedeu modificat pentru recuperarea hidrocarburilor lichefiate sau gazeificate dintr-un zăcământ subteran de hidrocarburi, care cuprinde etapele de:

(a) asigurare a cel puțin unui puț de extracție care să aibă un picior efectiv orizontal, poziționat relativ jos în zăcământul menționat, piciorul orizontal menționat având, la o extremitate a sa, cel puțin o parte de călcâi, iar la extremitatea sa opusă,



o porțiune de vârf, piciorul orizontal menționat fiind adaptat pentru a permite aflusul de hidrocarburi în interiorul piciorului orizontal menționat, puțul de extracție menționat având o secțiune efectiv verticală, conectată la piciorul orizontal menționat în apropierea menționatei porțiuni de călcâi a acestuia;

(b) asigurare a unei țevi de extracție în puțul de extracție menționat, care se extinde în interiorul secțiunii verticale menționate și în interiorul a cel puțin unei porțiuni din piciorul orizontal menționat, pentru colectarea hidrocarburilor menționate, care circulă în piciorul orizontal menționat;

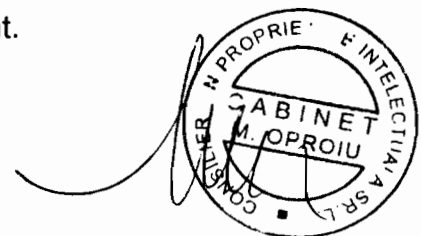
(c) injectare periodică sau continuă a unui mediu în piciorul orizontal, în apropierea porțiunii de călcâi a acestuia, în care mediul menționat este selectat din grupul de medii care cuprinde, singur sau în combinație, un gaz neoxidant, cum ar fi dioxidul de carbon, aburul sau apa;

(d) alimentare a unui gaz oxidant în zăcământul subteran menționat, cel puțin, inițial, într-un loc al, sau în apropierea, menționatei secțiunii verticale a puțului de extracție menționat;

(e) aprindere a hidrocarburilor din interiorul zăcământului de hidrocarburi, în apropierea menționatei secțiunii verticale a puțului de extracție, pentru a se provoca combustia unei părți a hidrocarburilor menționate din zăcământul de hidrocarburi menționat, în apropierea secțiunii verticale menționate, prin aceasta creându-se un front de combustie care avansează, spre exterior și departe de puțul de injectare menționat, în cel puțin o direcție, de-a lungul piciorului orizontal menționat și spre menționata porțiune de vârf a acestuia;

(f) provocare a hidrocarburilor încălzite din zăcământul menționat să circule de la regiunile superioare ale acestuia și să se colecteze în piciorul orizontal menționat; și

(g) scoatere din puțul de extracție, prin țeava de extracție, a hidrocarburilor menționate, care au circulat în piciorul orizontal menționat.

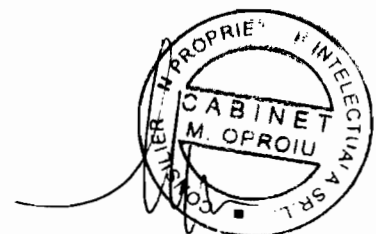


Referitor la etapa (g) de mai sus, scoaterea hidrocarburilor din puțul de extracție prin țeava de extracție se realizează, în mod tipic, fără pompare, dar poate să necesite pomparea pentru scoaterea acestora din piciorul orizontal dacă cantități suficiente de gaze inerte, cum ar fi hidrocarburile gazeificate, dioxidul de carbon sau azotul, nu circulă în piciorul orizontal și, astfel, țeava de extracție se află sub o presiune ambiantă semnificativă a formațiunii de hidrocarburi, așa cum poate să survină în timpul perioadei de punere în exploatare. Mecanismul normal de extracție a țiteiului prin reducerea densității amestecului de fluide cu gaze este denumit 'erupție artificială' („gas lift”).

Într-o primă perfecționare/formă de realizare a procedurii de mai sus, din prezenta invenție, injectarea gazului de oxidare în apropierea secțiunii verticale a puțului de extracție se realizează prin forarea unui puț de injectare separat în apropierea secțiunii verticale a puțului de extracție, pentru a se permite gazului oxidant să fie injectat în formațiune prin acest puț de injectare din apropierea puțului de extracție. În acest mod, și avantajos, aceeași platformă de foraj poate să fie apoi utilizată la forarea atât a puțului de extracție, cât și a puțului de injectare, astfel realizându-se economii ale cheltuielilor și costurilor aferente forării puțurilor.

În plus, și avantajos, deoarece puțul de injectare se află situat în apropierea puțului de extracție, care, în mod tipic, are un echipament pentru generarea energiei, utilizat pentru extracție, gazul oxidant poate în mod obișnuit și mult mai ușor să fie obținut și imediat injectat în puțul de injectare, ceea ce altminteri nu ar fi putut să fie efectuat dacă puțul de injectare ar fi fost poziționat departe de secțiunea verticală a puțului de extracție, ca în tehnica anterioară.

Într-o a doua formă de realizare a invenției, puțul de injectare este un puț lateral de intrare în interiorul secțiunii verticale a puțului de exploatare, ceea ce, din nou, permite ca puțul de injectare să fie situat în apropierea puțului de injectare pentru a se realiza avantajele de mai sus, precum și avantajul suplimentar prin aceea că partea superioară a secțiunii verticale a puțului de exploatare poate să fie utilizată atunci când se forează puțul lateral de intrare, în acest mod reducându-se în continuare costurile de forare.



În mod specific, în această a doua formă preferată de realizare, prezenta invenție cuprinde un procedeu pentru recuperarea hidrocarburilor lichefiate sau gazeificate dintr-o formațiune de hidrocarburi subterană, care conține etapele de:

(a) asigurare a cel puțin unui puț de extracție care are un picior efectiv orizontal, poziționat relativ jos în zăcământul menționat, piciorul orizontal menționat având, la o extremitate a sa, cel puțin o parte de călcâi și, la extremitatea sa opusă, o porțiune de vârf, situată în formațiune ușor mai jos, ca nivel, decât menționata porțiune de călcâi, piciorul orizontal menționat fiind adaptat să permită aflusul de hidrocarburi lichefiate în interiorul piciorului orizontal menționat, puțul de extracție menționat având o secțiune efectiv verticală, conectată la piciorul orizontal menționat în apropierea menționatei porțiuni de călcâi a acestuia;

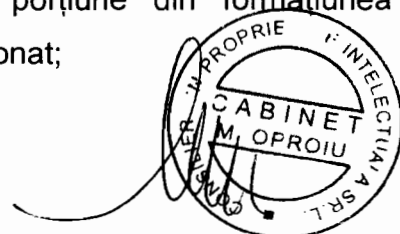
(b) asigurare a unei țevi de extracție în puțul de extracție menționat, care se extinde în jos, în secțiunea verticală menționată și de-a lungul piciorului orizontal menționat, până la porțiunea de vârf, pentru colectarea hidrocarburilor menționate, care circulă în piciorul orizontal menționat;

(c) asigurare a unei țevi de injectare în puțul de extracție menționat, țeava de injectare menționată extinzându-se în jos, în secțiunea verticală menționată, până la porțiunea de călcâi menționată;

(d) injectare a unui mediu în puțul de extracție menționat, prin țeava de injectare menționată, în care mediul menționat este selectat din grupul de medii care cuprinde, singur sau în combinație, un gaz neoxidant, aburul, apa sau dioxidul de carbon;

(e) asigurare a unui puț de injectare ca o reintrare sub formă de canal lateral, de la secțiunea verticală menționată a puțului de extracție menționat, puț de injectare care se extinde în formațiunea de hidrocarburi;

(f) alimentare a unui gaz oxidant într-o porțiune din formațiunea de hidrocarburi menționată, prin puțul de injectare menționat;





23-01-2009

(g) aprindere a hidrocarburilor menționate, din formațiunea de hidrocarburi menționată, în apropierea secțiunii verticale menționate, pentru a se provoca combustia unei părți a hidrocarburilor menționate din formațiunea de hidrocarburi menționată, prin aceasta creându-se un front de combustie care avansează, în exteriorul și departe de secțiunea verticală menționată, în cel puțin o direcție, de-a lungul piciorului orizontal menționat și spre porțiunea de vârf a acestuia; și

(h) scoatere din puțul de extracție, prin țeava de extracție menționată, a hidrocarburilor care au circulat în piciorul orizontal menționat.

O a treia formă preferată de realizare a prezentei invenții cuprinde un procedeu de producere a hidrocarburilor dintr-un zăcământ de hidrocarburi prin care se elimină complet necesitatea unui puț de injectare pentru injectarea unui gaz oxidant, în acest mod reducându-se costurile de implementare a procedurii *in situ* din prezenta invenție.

În mod specific, în cea de a treia și preferată formă de realizare a prezentei invenții, secțiunea verticală a puțului de extracție este perforată pentru a permite unui gaz oxidant (care este furnizat în această secțiune verticală) să străpungă formațiunea de hidrocarburi în apropierea secțiunii verticale. În acest mod, necesitatea de a se foră un puț de injectare separat este eliminată.

Din nou, ca parte a procedurii din prezenta invenție, un mediu sub forma unui gaz neoxidant, cum ar fi dioxidul de carbon, de abur sau de apă este injectat fie continuu, fie intermitent în puțul de extracție prin țeava de injectare, care se extinde până la porțiunea de călcâi a puțului de extracție. Se poate prevedea o serie de „garnituri”, amplasată în puțul de extracție, pentru a izola gazul oxidant, alimentat în secțiunea verticală a puțului de extracție, de porțiunea de călcâi a piciorului orizontal al puțului de extracție, în care mediul neoxidant este alimentat.

Astfel, în această a treia formă preferată de realizare, procedeu prezentei invenții cuprinde un procedeu pentru recuperarea hidrocarburilor lichefiate sau gazeificate dintr-un zăcământ de hidrocarburi subteran, care conține etapele de



23-01-2009

ABC

(a) asigurare a cel puțin unui puț de extracție, care are un picior efectiv orizontal, poziționat relativ jos în zăcământul menționat, piciorul orizontal menționat având, la o extremitate a sa, o porțiune de călcâi și, la extremitatea sa opusă, o porțiune de vârf, piciorul orizontal menționat fiind adaptat să permită afluxul de hidrocarburi lichefiate în interiorul piciorului orizontal menționat, puțul de extracție menționat având o secțiune efectiv verticală, conectată la piciorul orizontal menționat în apropierea menționatei porțiuni de călcâi a acestuia;

(b) asigurare a unei țevi de extracție în puțul de extracție menționat, care se extinde de la suprafața puțului de extracție menționat până la cel puțin porțiunea de călcâi a puțului de extracție menționat, pentru colectarea hidrocarburilor menționate, care circulă în piciorul orizontal menționat;

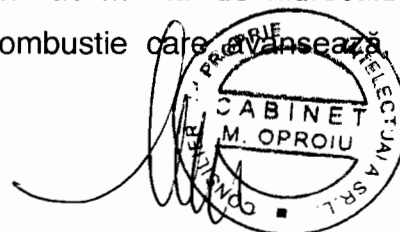
(c) asigurare a unei țevi de injectare în puțul de extracție menționat, țeava de injectare menționată extinzându-se în jos, în secțiunea verticală menționată, până la o poziție care se extinde cel puțin în menționata porțiune de călcâi a piciorului orizontal menționat;

(d) injectare a unui mediu în puțul de extracție, în care mediul menționat este selectat din grupul de medii care cuprinde, singur sau în combinație, un gaz neoxidant, cum ar fi dioxidul de carbon, aburul sau apa ;

(e) asigurare de perforații în menționata secțiune verticală a puțului de extracție menționat, la o poziție deasupra menționatei porțiuni de călcâi;

(f) alimentare a unui gaz oxidant în secțiunea verticală menționată și, astfel, într-o porțiune a zăcământului de hidrocarburi menționat, prin menționatele perforații din secțiunea verticală menționată;

(g) aprindere a hidrocarburilor menționate din zăcământul de hidrocarburi menționat, în apropierea secțiunii verticale menționate, pentru a se provoca combustia unei părți a hidrocarburilor menționate din zăcământul de hidrocarburi menționat, în acest mod creându-se un front de combustie care avansează în



exterior și departe de secțiunea verticală menționată, în cel puțin o direcție, de-a lungul piciorului orizontal menționat și spre menționata porțiune de vârf a acestuia; și

(h) provocare a hidrocarburilor încălzite, din zăcământul menționat, să circule din regiunile superioare ale acestuia și să se colecteze în piciorul orizontal menționat; și

(i) scoatere din puțul de extracție, prin țeava de extracție menționată, a hidrocarburilor menționate, care au circulat în piciorul orizontal menționat.

În mod avantajos, cea de a treia formă de realizare a prezentei invenții elimină și necesitatea, ca în tehnica anterioară, de „închidere” (prin utilizarea unui dop de ciment sau asemănător) a piciorului orizontal al fiecărui puț de extracție, atunci când într-o serie de puțuri de extracție acestea sunt situate cap la cap și atunci când secțiunea verticală a unui prim puț de extracție este ulterior transformată într-un puț de injectare (vezi US '191, col 6, rândul 47-col 7, rândul 9 și Fig. 14D-F ale acestuia). Procedul *in situ* din prezenta invenție, în special cea de a treia formă de realizare, este un procedeu de reducere suplimentară a cheltuielilor de recuperare *in situ*, prin reducerea numărului de etape, care include și nu doar elimină necesitatea să se foreze puțuri de injectare, ci elimină și necesitatea de „închidere” a altor puțuri, așa cum este necesar în procedeele *in situ* din tehnica anterioară, după cum s-a exemplificat în US '191 de mai sus.

## DESCRIEREA PE SCURT A DESENELOR

În desenele însoțitoare, care ilustrează un număr de forme exemplare de realizare a invenției:

**Figura 1A** reprezintă o vedere schematică în perspectivă a unui montaj din tehnica anterioară de recuperare în situ, într-un zăcământ de hidrocarburi, care prezintă puțurile de injectare a aerului, situate la vârful fiecăruia dintre picioarele orizontale corespunzătoare ale puțurilor de extracție asociate;

**Figura 1B** reprezintă o secțiune transversală printr-un puț de injectare și prin puțul



de extracție asociat, prezentat în Figura 1A;

**Figura 2A** reprezintă o secțiune transversală schematică (nu la scară) printr-un puț de injectare și prin puțul de extracție asociat dintr-o primă formă de realizare a prezentei invenții, care utilizează procedeul prezentei invenții de provocare a unui front de combustie să se propage în direcția „vârfului” piciorului orizontal din puțul de extracție, la un punct în timp apropiat de momentul de aprindere a hidrocarburilor și de propagare inițială a frontului de combustie;

**Figura 2B** reprezintă o secțiune transversală, similară celei din Figura 2A, de asemenea nu la scară, la un punct ulterior în timp, atunci când frontul de combustie s-a propagat un timp și s-a deplasat mai aproape de porțiunea de „vârf” a piciorului orizontal din puțul de extracție;

**Figura 2C** reprezintă o secțiune transversală similară celei din Figura 2B, de asemenea nu la scară, la un alt punct în timp în continuare următor, atunci când frontul de combustie s-a propagat și deplasat în continuare, și mai aproape de porțiunea de „vârf” a piciorului orizontal din puțul de extracție;

**Figura 3** reprezintă o secțiune transversală parțială schematică printr-un zăcământ de hidrocarburi, care cuprinde o formațiune ce conține hidrocarburi, care prezintă o a doua formă de realizare a procedurii din prezenta invenție, anume un puț de extracție și puțul de injectare cu intrare laterală, asociat (nu la scară) și care, în continuare, descrie procedeul prezentei invenții de provocare a unui front de combustie să se propage în direcția „vârfului” piciorului orizontal din puțul de extracție, la un punct în timp apropiat de momentul de aprindere a hidrocarburilor și de propagare inițială a frontului de combustie;

**Figura 4** reprezintă o secțiune transversală, parțială schematică, printr-un zăcământ de hidrocarburi, care cuprinde o formațiune ce conține hidrocarburi, care prezintă o a treia formă preferată de realizare a prezentei invenții, anume o secțiune transversală printr-un puț de extracție (nu la scară) care întrebuințează procedeul prezentei invenții de provocare a unui front de combustie să se propage în direcția „vârfului”

picioरului orizontal din puțul de extracție, la un punct în timp apropiat de momentul de aprindere a hidrocarburilor și de propagare inițială a frontului de combustie; și

**Figura 5** reprezintă o vedere schematică, în perspectivă, a procedului de recuperare *in situ* din Figura 4 , care prezintă o a treia și preferată formă de realizare a procedului din prezenta invenție, pentru recuperarea hidrocarburilor dintr-un zăcământ de hidrocarburi.

## DESCRIEREA FORMEI PREFERATE DE REALIZARE

Figura 1A prezintă o vedere schematică, semitransparentă, a unui aranjament de puțuri, utilizat în tehnica anterioară, pentru recuperarea *in situ* a hidrocarburilor dintr-un zăcământ sau dintr-o formațiune de hidrocarburi **10**.

În mod specific, Figura 1A descrie schematic procedeul din tehnica anterioară de recuperare *in situ* a hidrocarburilor, dezvăluit în brevetul de invenție US nr. 5.626.191, care cuprinde amplasarea unei serii de puțuri de extracție **12**, fiecare cuprinzând o secțiune efectiv vertical **16** și un picior efectiv orizontal **16**, care are o porțiune de „vârf” **18** și o porțiune de „călcâi” **20**. Piciorul orizontal **16** al puțului de extracție **12** este amplasat într-o regiune inferioară a formațiunii de hidrocarburi **10**, și este efectiv poros pentru a permite intrarea fluidelor. Se asigură o serie de puțuri de injectare **22**, situate într-o regiune apropiată de „vârf” și care se extind în jos, în formațiunea **10**, cu perforații în partea superioară care atinge zăcământul petrolifer.

Figura 1B prezintă o secțiune transversală schematică printr-un puț de injectare **22** și prin puțul de extracție asociat **12**, din Figura 1A.

În procedeul de recuperare *in situ*, din tehnica anterioară, descris în Figurile 1A și B, un gaz oxidant **24**, cum ar fi aerul (care conține oxigen), oxigenul sau aerul îmbunătățit cu oxigen, este injectat în formațiunea **10**, prin fiecare dintre puțurile de injectare **22**, pentru a permite ca o parte a hidrocarburilor din formațiunea **10** să fie arsă. În mod specific, este provocată aprinderea și arderea unei părți a hidrocarburilor din formațiunea de hidrocarburi **10**, din regiunea puțului de injectare **22**, atunci când este alimentată cu gazul oxidant **26**, în acest mod formând și creând

În interiorul formațiunii **10**, un front de combustie **26**, efectiv vertical și care se extinde în lateral. Acest front de combustie **26**, prin conducția termică și crearea gazelor arse încălzite în interiorul formațiunii **10**, încălzește hidrocarburile din formațiunea **10** direct în fața și înaintea frontului de combustie **26**, determinând compușii mai volatili ai hidrocarburilor din formațiunea **10** să se gazeifice și provocând, în continuare, concentrarea unei părți a solidelor sau biturilor hidrocarburilor din formațiune, măbind simultan vâscozitatea acestora, pentru crearea hidrocarburilor lichefiate mobile **30**. Hidrocarburile mai grele, rămase, în special cărbunele bituminos, rămân, ceea ce asigură combustibilul pentru frontul de combustie care avansează **26** și ceea ce susține avansarea frontului de combustie **26** și combustia *in situ* și procedeul de concentrare a hidrocarburilor. Apoi, hidrocarburile lichefiate mobile **30** și componenții gazeificați (dintre care unii pot ulterior să condenseze sub forma lichidelor **30**), circulă în jos, prin acțiunea gravitației, prin formațiune și sunt colectate în regiunea cea mai de jos a formațiunii **10** prin circularea în piciorul orizontal **16**, care se extinde pe orizontală, al puțului de extracție **12**. Piciorul orizontal **16** al puțului de extracție **12** are, în general, cel puțin pe o perioadă limitată, o presiune a gazului din interiorul acestuia mai mică decât cea din formațiunea **10** (datorită scoaterii hidrocarburilor lichide colectate **30** și a hidrocarburilor gazoase din acestea). Această presiune redusă a gazului din piciorul orizontal **16**, spre deosebire de cea din interiorul formațiunii **10**, în avans față de frontul de combustie **26**, participă la aflusul de hidrocarburi lichide și gazoase din formațiunea de hidrocarburi **10** în piciorul orizontal **16**. În alte momente, datorită injectării mediului **52**, prin țeava de injectare **50** (analizată mai jos), în piciorul orizontal **16**, piciorul orizontal **16** poate să aibă, în timp, o presiune a gazului apropiată de presiunea gazului din interiorul formațiunii **10**, sau chiar în exces.

În procedeul tehnicii anterioare de recuperare *in situ*, așa cum s-a prezentat în Figurile 1A și B și s-a descris mai sus, este important ca puțurile de injectare **22** să se afle situate în apropierea „vârfului” piciorului orizontal **16**, iar gazul oxidant a fost injectat în formațiune în aceste locuri, prin puțurile de injectare **22**. Frontul de combustie **26**, care primește gazul oxidant **24**, este astfel provocat să înainteze spre exterior, din puțul de injectare **22**, și perpendicular pe și de-a lungul puțurilor orizontale **16**, în direcția de la porțiunea de „vâr” spre porțiunea de „călcă”

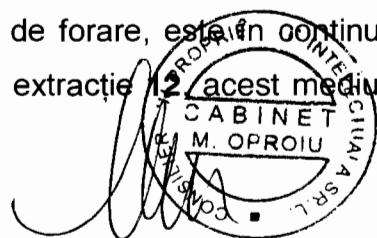
23-01-2009

Ceea ce este dezavantajos în această procedeu din tehnica anterioară nu este numai necesitatea de a se crea o platformă de foraj 32 pentru puțul de exploatare 12, ci și necesitatea de a se crea o platformă de foraj suplimentară și separată pentru puțul de injectare 22, și necesitatea ca acest puț de injectare separat 22 să fie forat în această formațiune. În plus, crearea oxigenului și echipamentele de injectare (nu sunt prezentate) trebuie să fie transportate și instalate la suprafața acestui puț de injectare 22, pentru ca puțul de injectare să se afle departe de suprafața puțului de extracție 12. Ambele cerințe se adaugă semnificativ la cheltuielile de realizare a procedeelor din tehnica anterioară de recuperare *in situ* a hidrocarburilor.

Figurile 2A-2C din cele de față prezintă un (prim) procedeu modificat de recuperare *in situ*, care este în mod expres adaptat pentru a elimina cel puțin una dintre cheltuielile din metodele tehnicii anterioare de recuperare *in situ* a hidrocarburilor, anume cheltuiala cu crearea unei platforme separate de foraj, destinată puțului de injectare 22.

În mod specific, așa cum se poate vedea în Figurile 2A-2C, o singură rampă de foraj 32 este creată prin defrișarea copacilor și eliminarea altor obstacole, și prin construirea unei singure platforme de foraj pe aceasta. Se forează un puț de extracție 12 prin utilizarea tehnicilor convenționale de forare, care cuprinde o secțiune verticală 14 și un alt picior orizontal 22, în comunicare cu secțiunea verticală 14. Piciorul orizontal 16 are o porțiune de „vârf” 18 și o porțiune de „călcâi” 20, acolo unde acesta întâlnește secțiunea verticală 14. Puțul de extracție 12 este finalizat prin procedeul obișnuit de căptușire a puțului 12 și, în continuare, prin introducerea în interiorul acestui puț de extracție 12 a țevii de extracție 40, care se extinde în jos, în secțiunea verticală 14, până la acea porțiune de călcâi 20 și, de preferință, de-a lungul piciorului orizontal 16, de preferință, până la porțiunea de vârf 18 a acestuia, această țeavă de extracție 40 având o extremitate deschisă 42 în interiorul piciorului orizontal 16 menționat. Țeava de extracție 40 este, de obicei, o țeavă elicoidală, așa cum se utilizează în mod convențional în operațiunile de forare.

O țeavă de injectare suplimentară 50, la fel, în mod obișnuit, o țeavă elicoidală, așa cum se utilizează în mod convențional în operațiunile de forare, este în continuare prevăzută pentru injectarea unui mediu 52 în puțul de extracție 12 și acest mediu 52



cuprinzând un gaz neoxidant, de preferință, dioxidul de carbon, datorită efectului sau de diluant asupra hidrocarburilor, sau alternativ sau în combinație, aburul sau apa sau alt mediu fluid, neinflamabil. Așa cum se poate vedea din Figurile 2A-2C, țeava de injectare **50** se extinde în porțiunea de „călcâi” **20** a piciorului orizontal **16**. Se asigură cel puțin o garnitură de izolare **54** pentru a permite mediului **52** să fie injectat, dacă se dorește, într-o stare sub presiune, din când în când sau continuu injectat, pentru a presuriza din când în când sau continuu, dacă se dorește, piciorul orizontal **16**, pentru a participa la forțarea hidrocarburilor lichefiate **30** în țeava de extracție **40** și la împiedicarea intrării gazului oxidant în piciorul orizontal **16**.

Prin utilizarea unei singure platforme de foraj **32** se forează un nou puț de injectare **22**, care se extinde cel puțin în regiunea superioară a formațiunii de hidrocarburi **10**. Puțul de injectare **22** are, de obicei, perforațiile **75** la extremitatea inferioară a acestuia, pentru a permite infuzia și injectarea unui gaz oxidant **24**, cum ar fi aerul sau oxigenul, în regiunea care conține hidrocarburi a formațiunii de hidrocarburi **10**.

Procedeul din prezenta invenție, în prima formă de realizare prezentată în Figurile 2A-2C, funcționează, în consecință, după cum urmează:

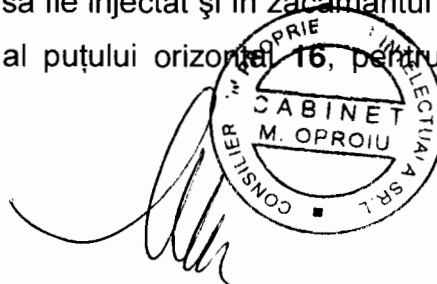
Gazul oxidant **24** este injectat în formațiunea **10** prin puțul de injectare **22**. În mod avantajos, echipamentul (nu este prezentat) utilizat să creeze gazul oxidant **24** și să injecteze acest gaz oxidant **24** nu trebuie să fie amplasat departe de puțul de extracție **12**, ci, în schimb, datorită procedului din prezenta invenție, poate să fie amplasat în apropierea puțului de extracție **12** și, în special, dacă se dorește, poate să fie amplasat pe platforma de foraj **32** sau foarte aproape de aceasta, în acest mod eliminându-se necesitatea defrișării și creării unei platforme separate de foraj într-un loc îndepărtat așa cum ar fi survenit dacă puțul de injectare **22** ar fi fost amplasat spre „vârful” puțului orizontal **16**. De asemenea, funcționarea și întreținerea echipamentului de alimentare cu gaz oxidant pot să fie realizate convenabil la locul de tratare a țiteiului, amplasat lângă sonda **12**. Hidrocarburile din apropierea puțului de injectare **22** sunt aprinse și, datorită alimentării gazului oxidant **24**, se creează un front de combustie **26**, care, în procedeul prezentat în Figurile 2A-2C, avansează sub forma unui front ce se extinde efectiv pe verticală și lateral (vezi și Fig. 5 din cele de față), de la „călcâiul” **20** al piciorului orizontal **16** spre „vârful” **18**. Datorită căldurii



generate, hidrocarburile vâscoase și foarte vâscoase, inclusiv bitumul, din formațiunea de hidrocarburi **10**, din fața frontului de combustie **26** care avansează, sunt provocate să se concentreze și să devină lichide, iar în timpul procesului, să devină mai puțin vâscoase. Unele hidrocarburi din formațiunea **10**, din fața frontului **26**, se vor gazeifica. Hidrocarburile lichefiate **30** și hidrocarburile gazeificate, acum fiind mobile, circulă în jos și în piciorul orizontal **16**, care este realizat poros (adică are orificiile **60** în partea superioară a acestuia) pentru a permite infuzia acestor hidrocarburi **30** și, astfel, colectarea acestor hidrocarburi **30**.

Acest procedeu continuă pe măsură ce frontul de combustie **26** evoluează și „mătură” astfel de la porțiunea de „călcâi” **20** la aceea de „vârf” **18** a piciorului orizontal **16**.

De remarcat este că, înaintea generării frontului de combustie **26**, formațiunea de hidrocarburi **10** este, de preferință, încălzită inițial prin injectarea unui mediu neoxidant, încălzit **52**, cum ar fi aburul, care este injectat în piciorul orizontal **16** al puțului de extracție **12**, prin țeava de injectare **40**, și care este scos prin țeava de extracție **50** sau, alternativ, prin spațiul inelar **80** din secțiunea verticală **16**, dacă garniturile de izolare **54** nu sunt prezente. Preinjectarea unui mediu încălzit are avantajul de a încălzi puțul de extracție **12** și elementele sale componente de extracție, în acest mod mărindu-se fluiditatea hidrocarburilor lichefiate **30**, care circulă în piciorul orizontal **16** al puțului de extracție **12**. Această procedură este utilă în zăcămintele bituminoase, deoarece țiteiul rece care poate să intre în piciorul orizontal **16** va fi foarte vâscos și va curge foarte greu, astupând posibil piciorul orizontal **16**. Pentru formațiunile **10** cu țitei mobil, tratarea pre-aprindere extensivă cu abur nu este necesară în scopul încălzirii țiteiului, pentru ca acesta să curgă, totuși, aceasta poate să fie utilă pentru reducerea saturațiilor cu petrol de lângă puțul de injectare cu gaz oxidant **22** și pentru mărirea temperaturii hidrocarburilor pentru a se realiza aprinderea acestora. Se pot întrebuința și alte procedee de aprindere, cum ar fi injectarea unor combustibili ușor inflamabili, de exemplu, uleiul de in, sau prin injectarea unui gaz cald de combustie. Pentru zăcămintele bituminoase, aburul este de asemenea injectat prin puțul injector **22** și poate să fie injectat și în zăcămintul **10** din regiunea dintre puțul injector **22** și vârful **18** al puțului orizontal **16**, pentru a



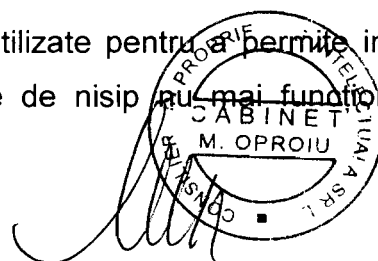
încălzi țiteiul și pentru a mări mobilitatea acestuia înainte de a se iniția injectarea gazului oxidant **24** în formațiunea **10** a zăcământului.

După inițierea combustiei și a frontului de combustie **26**, se injectează un mediu neoxidant **52** sub formă de abur, un gaz neoxidant, cum ar fi dioxidul de carbon, sau apă, fie continuu sau sporadic, prin țeava de injectare **50**, în piciorul orizontal **16**, care, datorită garniturilor de izolare **54**, poate să fie presurizat. Scopul unui astfel de mediu neoxidant **52** există dintr-un număr de motive. În primul rând, presiunea mărită din interiorul piciorului orizontal **16** reduce sau împiedică infuzia gazului oxidant **24** în piciorul orizontal **16** din formațiunea **10**, care, altminteri, ar putea fi nociv, în combinație cu hidrocarburile lichefiate sau gazoase din interior, formând un amestec exploziv cu consecințe potențial explozive, sau alternativ, ar putea reacționa cu oxigenul în mod direct, pentru a forma cocsul care ar putea, altfel, să închidă piciorul orizontal **16** al puțului de extracție **12**. Consecința de a avea hidrocarburile (țiteiul) și oxigenul laolaltă într-un puț de sondă o reprezintă combustia și, potențial, o explozie cu atingerea unor temperaturi înalte, probabil de peste 1000°C. Acest lucru poate provoca deteriorări ireparabile puțului de sondă, inclusiv avarierea grătarelor de retenție a nisipului (nu sunt prezentate). Prezența oxigenului și a temperaturilor puțului de sondă de peste 425°C trebuie să fie evitate pentru siguranța și operațiunile de extracție continuă a țiteiului. În al doilea rând, injectarea unui mediu **52** poate servi la presurizarea piciorului orizontal **16** și la participarea în dirijarea hidrocarburilor lichefiate și gazoase **30**, colectate în piciorul orizontal **16**, în extremitatea deschisă **42** a țevii de extracție **40**, în acest mod având loc participarea la scăderea nivelului acestor lichide **30** și la extracția acestor hidrocarburi **30** din puțul de extracție **12**. În al treilea rând, mediul **52**, atunci când este injectat prin țeava de injectare **50**, poate să fie încălzit. În mod avantajos, mijloacele pentru încălzirea acestui mediu **52** pot să fie convenabil amplasate, în acest procedeu, la suprafața puțului de extracție **12** și pe sau lângă platforma de forare **32**. În ultimul rând, atunci când mediul injectat **52** este dioxidul de carbon, injectarea acestuia în puțul orizontal **16** servește nu numai ca „absorbant” convenabil de carbon, pentru a permite eliminarea acestui gaz de seră, ci, suplimentar, datorită proprietăților de diluant ale dioxidului de carbon asupra hidrocarburilor lichide **30**, dioxidul de carbon reduce și vâscozitatea acestora, ajutând astfel la scăderea nivelului de hidrocarburi lichide colectate **30** prin țeava de extracție **40**.

23-01-2009

Așa cum se poate vedea din Figurile 2A-2C, în timpul avansării frontului de combustie **26**, cocsul se depune în zăcământul **10** și servește drept combustibil pentru procedeul de combustie *in situ*. Gazele fierbinți de combustie **70** avansează în formațiunea **10**, încălzind hidrocarburile din aceasta și orice apă interstițială care este prezentă. O parte din aceste hidrocarburi se lichefiază și aceste hidrocarburi lichefiate **30** circulă, împreună cu gazele de combustie, în piciorul orizontal **16**, prin perforațiile **60**, așa cum s-a prezentat în Figurile 2A-2C. Hidrocarburile lichefiate **30** circulă de-a lungul și în „vârful” **18** al piciorului orizontal **16** și intră în extremitatea deschisă **42** a țevii de extracție **40** și circulă înapoi și, apoi, în sus, la suprafață. Procedeul este stabil și continuu, cu frontul de combustie **26** care avansează continuu spre „vârful” **18** ale piciorului orizontal **16**.

Gazul oxidant **24**, de obicei aerul, oxigenul sau aerul îmbogățit cu oxigen, este injectat în partea superioară a zăcământului **10**. Cocsul, care s-a depus anterior, consumă oxigenul astfel încât numai gazele fără oxigen să intre în contact cu țiteiul din fața zonei de cocs, la frontul de combustie **26**. Temperaturile gazului de combustie, de obicei de 600°C și până la 1000°C, sunt realizate din oxidarea la temperatură ridicată a combustibilului pe bază de cocs. În zona **80** a țiteiului mobil, în avans față de frontul de combustie **26**, aceste gaze calde **70** și aburul încălzesc țiteiul la peste 400°C, cracând parțial țiteiul, vaporizând unii componenți și reducând mult vâscozitatea țiteiului. Componentii cei mai grei ai țiteiului, cum ar fi asfaltenele, rămân pe rocă și vor constitui combustibilul pe bază de cocs mai târziu, atunci când frontul de combustie **26** ajunge în acel loc. În zona **80** a țiteiului mobil, gazele și țiteiul circulă în jos, în piciorul orizontal **16**, atrase de gravitație și, câteodată, de capacitatea absorbantă de presiune scăzută a piciorului orizontal **16**, atunci când este depresurizat. Zona de cocs de la frontul de combustie **26** și zona **80** a țiteiului mobil se deplasează lateral în raport cu direcția de la călcâiul **20** spre vârful **18** al puțului orizontal **16**. Secțiunea **100** a zonei arse din spatele frontului de combustie este lipsită de lichide (țitei și apă) și este umplută cu gazul oxidant **24**. Secțiunea puțului orizontal **16**, opusă acestei zone arse **100**, este în pericol de a primi oxigen sau gazul oxidant **24**, care ca aprinde țiteiul prezent în puțul orizontal **16**, creând temperaturi extrem de ridicate în puțul de sondă, care vor deteriora burlanul de foraj din oțel și, în special, grătarele de nisip ce sunt utilizate pentru a permite intrarea fluidelor **30**, cu excepția nisipului. Dacă grătarele de nisip nu mai funcționează,



nisipul neconsolidat din zăcământ va intra în puțul de sondă **16** și va fi necesară închiderea pentru curățare și remedierea cu dopuri de ciment. Această operațiune este foarte dificilă și periculoasă, deoarece puțul de sondă orizontal **16** poate să conțină nivele explozive de țitei și oxigen.

Procedeul din prezenta invenție vizează un număr de moduri de împiedicare a afluxului de gaz oxidant **24** din formațiunea **10** în piciorul orizontal **16**. O primă metodă este aceea de reducere a debitului de injectare a gazului oxidant **24** pentru a se reduce presiunea rezervorului în formațiunea **10**. O a doua metodă este aceea de reducere a vitezei de evacuare a hidrocarburilor lichefiate **30**, prin țeava de extracție **40** (adică reducerea vitezei de extracție prin țeava de extracție **40**), pentru a se mări astfel presiunea puțului de sondă în piciorul orizontal **16**. Ambele metode duc la reducerea vitezelor de extracție a hidrocarburilor, care este păgubitoare din punct de vedere economic. O metodă alternativă și preferată este cea descrisă anterior în cele de față, anume injectarea unui mediu neoxidant **52** în piciorul orizontal **16**, prin țeava de injectare **50**, care se crede că are un efect mic asupra golirii prin gravitație a hidrocarburilor lichide în puțul orizontal **16**. În orice caz, această injectare a mediului **52** poate să fie efectuată periodic sau numai pe o perioadă suficientă pentru reducerea concentrațiilor de oxigen din interiorul piciorului orizontal **16** la concentrații mai puțin explozive. Într-o funcționare obișnuită, un cuplu termoelectric poate să fie amplasat de-a lungul secțiunii orizontale, sau în interior, iar apariția unor temperaturi ridicate va semnaliza pătrunderea gazului oxidant, pentru ca să poată fi adăugată apa sau aburul, prin țeava **52**, ca să reducă temperaturile puțului de sondă, să dilueze oxigenul prezent și să mărească presiunea din puțul de sondă, pentru blocarea unei alte intrări a gazului oxidant.

Figura 3 ilustrează schematic o altă, mult mai preferată formă de realizare a procedului din prezenta invenție, care are componente similari cu cei identificați în Figurile 2A-2C și care are o metodologie similară. Din nou, un gaz oxidant este injectat în formațiunea **10**, prin puțul de injectare **22**, și se creează un front de combustie **26**, care „mătură” de la călcâiul **20** la vârful **18** al piciorului orizontal **16**, provocând hidrocarburile lichefiate **30** și hidrocarburile gazeificate să circule în piciorul orizontal **16** și să fie distribuite la suprafață, prin țeava de extracție **40**.

133

Totuși, deosebirea importantă și unică a procedurii de recuperare *in situ*, prezentat în Figura 3 față de procedeul analizat anterior, așa cum s-a prezentat în Figurile 2A-2C, constă în aceea că puțul de injectare **22** din procedeul descris în Figura 3 este format sub forma unui puț lateral de intrare în interiorul secțiunii verticale **16** a puțului de extracție **12**.

În mod avantajos, prin utilizarea procedurii descris în Figura 3, puțul de injectare **22** este mai puțin costisitor de forat, deoarece o parte superioară a acestui puț de injectare a fost deja forată, întrucât aceasta este comuna cu secțiunea verticală **16** a puțului de extracție **12**.

În consecință, nu se realizează numai o economie cu cheltuielile aferente amplasării puțului de injectare **22** la locul și în imediata apropiere a puțului de extracție **12** și a echipamentului său asociat, fără a mai fi necesară crearea niciunei platforme separate de forare **32**, dar se și reduc, în plus, cheltuielile cu forarea puțului, atunci când are loc forarea puțului de injectare **22**.

Figura 4 descrie o a treia și cea mai preferată formă de realizare a procedurii din prezenta invenție, pentru realizarea recuperării *in situ* a hidrocarburilor. Acest procedeu, la fel ca prima formă de realizare a procedurii din prezenta invenție, descris în Figurile 2A-2C, și la fel ca și a doua formă de realizare a invenției, descrisă în Figura 3, include, sub forma unui component integral al procedurii, crearea unui front de combustie **26** care „mătură” de la „călcâiul” **20** la „vârful” **18** ale piciorului orizontal **16**, în acest mod provocând hidrocarburile lichide **30** să fie colectate în piciorul orizontal **16** și, după aceea, să fie atrase în jos, prin țeava de extracție **40**, și extrase la suprafață.

Important, totuși, este că în această a treia formă de realizare a procedurii din prezenta invenție, prezentat în Figura 4, nu există nicio etapă de forare a unui puț de injectare **22**. În schimb, perforațiile **110** sunt realizate în secțiunea verticală **16** a puțului de extracție **12**, iar un gaz oxidant **24** este injectat în această secțiune verticală **16** și, astfel, în formațiunea **10**. Gazul oxidant **24** este împiedicat în injectarea în piciorul orizontal **16** prin prezența garniturilor de izolare **54**, care efectiv separă hidrocarburile lichefiate, produse în piciorul orizontal **16**, de gazul oxidant **24**,

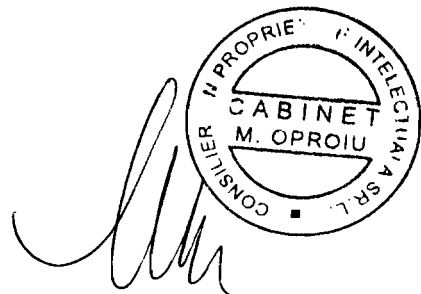


cum ar fi oxigenul, în acest mod blocându-se formarea unor amestecuri explozive. Țeava de injectare **50** încă servește, ca în formele de realizare anterioare, la permiterea sporadică sau continuă a injectării unui gaz neoxidant **52** în piciorul orizontal **16**, pentru a împiedica gazul oxidant **24** din zona arsă **80** a formațiunii să pătrundă în piciorul orizontal **16**.

În mod avantajos, prin utilizarea procedurii descris în Figura 4, costurile de forare a unui puț de injectare **22** sunt complet eliminate. În consecință, cu procedeul descris în Figura 4 nu numai că sunt realizate economii cu cheltuielile, iar impactul asupra mediului este redus, prin aceea că se poate avea un aparat de oxidare prin injectare la puțul de extracție și numai pe o singură platformă de foraj **32** la puțul de extracție, ceea ce, de altfel, reprezintă cazul din procedeele tehnicii anterioare, care necesitau crearea unei platforme separate de forare și o defrișare suplimentară pentru echipamentul de injectare (nu este prezentat) și pentru crearea gazului oxidant, dar, în plus, se realizează și economii cu cheltuielile, prin eliminarea necesității de a se foră orice puț de injectare.

Figura 5 descrie modul cum procedeul din Figura 4 (adică cea de a treia formă de realizare a procedurii din prezenta invenție) poate să fie implementată cu o serie de puțuri de extracție **12** într-o formațiune de hidrocarburi **10**, prin utilizarea unui front de combustie **26**, care avansează de la „călcâiul” **20** la „vârful” **18**.

Deși această dezvăluire descrie și ilustrează formele preferate de realizare ale procedurii din prezenta invenție, se înțelege că invenția nu este limitată la aceste forme speciale de realizare. Pentru persoanele de specialitate pot surveni numeroase schimbări și modificări. Pentru o definiție completă a invenției, referirile vor fi efectuate la revendicările anexate.



## Revendicări

1. Procedeu pentru recuperarea hidrocarburilor lichefiate sau gazeificate dintr-un zăcământ de hidrocarburi subteran, care cuprinde etapele de:

- (a) asigurare a cel puțin unui puț de extracție care să aibă un picior efectiv orizontal, poziționat relativ jos în zăcământul menționat, piciorul orizontal menționat având, la o extremitate a sa, cel puțin o parte de călcâi și, la extremitatea sa opusă, o porțiune de vârf, piciorul orizontal menționat fiind adaptat pentru a permite afluxul de hidrocarburi în interiorul piciorului orizontal menționat, puțul de extracție menționat având o secțiune efectiv verticală, conectată la piciorul orizontal menționat în apropierea menționatei porțiuni de călcâi a acestuia;
- (b) asigurare a unei țevi de extracție în puțul de extracție menționat, care să se extindă în interiorul secțiunii verticale menționate și în interiorul a cel puțin unei porțiuni din piciorul orizontal menționat, pentru colectarea hidrocarburilor lichefiate menționate, care circulă în piciorul orizontal menționat;
- (c) injectare a unui mediu în puțul de extracție, în care mediul menționat este selectat din grupul de medii care cuprinde, singur sau în combinație, un gaz neoxidant, aburul, apa sau dioxidul de carbon;
- (d) alimentare a unui gaz oxidant în zăcământul subteran menționat, cel puțin, inițial, într-un loc al, sau în apropierea, menționatei secțiunii verticale a puțului de extracție menționat;
- (e) aprindere a hidrocarburilor din interiorul zăcământului de hidrocarburi menționat, în apropierea menționatei secțiunii verticale a puțului de extracție menționat, pentru a se provoca combustia unei părți a hidrocarburilor menționate din zăcământul de hidrocarburi menționat, în apropierea secțiunii verticale menționate, prin aceasta creându-se un front de combustie care avansează, spre exteriorul și departe de puțul de injectare menționat, în cel puțin o direcție, de-a lungul piciorului orizontal menționat și spre menționata



porțiune de vârf a acestuia;

- (f) provocare a hidrocarburilor lichefiate încălzite, din zăcământul menționat, să se scurgă din regiunile superioare ale acestuia și să se colecteze în piciorul orizontal menționat; și
- (g) scoatere din puțul de extracție, prin conducta de extracție menționată, a hidrocarburilor menționate, care au circulat în piciorul orizontal menționat.

2. Procedeu conform revendicării 1, în care menționata etapă de alimentare a gazului oxidant menționat se realizează prin furnizarea gazului oxidant menționat în formațiunea de hidrocarburi menționată, prin perforațiile dintr-un puț de injectare.

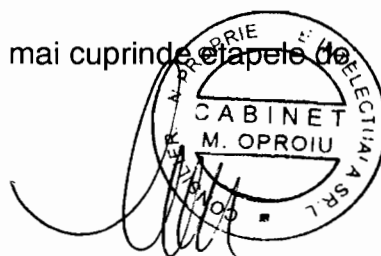
3. Procedeu conform revendicării 2, în care secțiunea verticală menționată a puțului de extracție menționat și puțul de injectare menționat sunt unul și același.

4. Procedeu conform revendicării 1, în care puțul de injectare reprezintă o reintrare printr-un canal lateral din secțiunea verticală a puțului de extracție, și se extinde într-o regiune superioară a zăcământului.

5. Procedeu conform revendicării, în care alimentarea cu gaz oxidant se realizează prin forarea unui puț de injectare în apropierea secțiunii verticale menționate a puțului de extracție menționat, iar puțul de injectare menționat este vertical, înclinat sau orizontal.

6. Procedeu conform revendicării 1, în care secțiunea verticală menționată a puțului de extracție menționat este perforată la partea sa superioară, iar etapa menționată de alimentare cu un gaz oxidant se realizează, cel puțin parțial, prin furnizarea gazului oxidant menționat prin secțiunea verticală menționată a puțului de extracție menționat.

7. Procedeu conform revendicării 1, care mai cuprinde etapele de





asigurare a unei țevi de injectare în puțul de extracție menționat, țeava de injectare menționată extinzându-se în jos, în secțiunea verticală menționată, în apropierea porțiunii de călcâi menționate a piciorului orizontal menționat, și

menționata etapă de injectare a mediului menționat în puțul de extracție menționat fiind realizată prin injectarea mediului menționat prin țeava de injectare menționată.

8. Procedeu conform revendicării 7, în care o extremitate deschisă a țevii de extracție se află situată în vecinătatea porțiunii de vârf a piciorului orizontal.

9. Procedeu conform revendicării 1, în care acest mediu cuprinde suplimentar un diluant pentru hidrocarburile condensate.

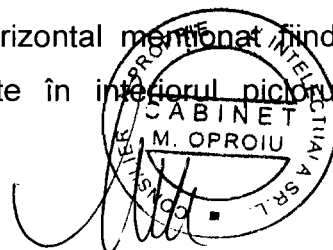
10. Procedeu conform revendicării 1, 7 sau 8, în care mediul menționat este injectat continuu sau periodic în puțul de extracție menționat, pentru menținerea unei presiuni pozitive în interiorul piciorului orizontal și, astfel, pentru participarea la împiedicarea pătrunderii gazului oxidant menționat din zăcământ în piciorul orizontal al puțului de extracție.

11. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările 1-8, în care catalizatorul este amplasat în sau în jurul piciorului orizontal al puțului de extracție.

12. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările 1-8, în care gazul oxidant este un amestec de oxigen și dioxid de carbon.

13. Procedeu pentru recuperarea hidrocarburilor lichefiate sau gazeificate dintr-un zăcământ de hidrocarburi subteran, care cuprinde etapele de:

- (a) asigurare a cel puțin unui puț de extracție care să aibă un picior efectiv orizontal, poziționat relativ jos în zăcământul menționat, piciorul orizontal menționat având, la o extremitate a sa, o porțiune de călcâi și, la extremitatea sa opusă, o porțiune de vârf, piciorul orizontal menționat fiind adaptat să permită afluxul de hidrocarburi lichefiate în interiorul piciorului orizontal



menționat, puțul de extracție menționat având o secțiune efectiv verticală, conectată la piciorul orizontal menționat în apropierea menționatei porțiuni de călcâi a acestuia;

- (b) asigurare a unei țevi de extracție în puțul de extracție menționat, care se extinde de la suprafața puțului de extracție menționat până la cel puțin porțiunea de călcâi menționată a puțului de extracție menționat, pentru colectarea hidrocarburilor menționate, care circulă în piciorul orizontal menționat;
- (c) asigurare a unei țevi de injectare în puțul de extracție menționat, țeava de injectare menționată extinzându-se în jos, în secțiunea verticală menționată, până la o poziție care se extinde în cel puțin porțiunea de călcâi menționată, a piciorului orizontal menționat;
- (d) injectare a unui mediu în piciorul orizontal, în care mediul menționat este selectat din grupul de medii care cuprinde, singur sau în combinație, un gaz neoxidant, aburul, apa sau dioxidul de carbon;
- (e) asigurare a unor perforații în secțiunea verticală menționată, a puțului de extracție menționat, la o poziție deasupra menționatei porțiuni de călcâi;
- (f) alimentare cu un gaz oxidant în secțiunea verticală menționată și, astfel, într-o parte a zăcământului de hidrocarburi menționat, prin perforațiile menționate, din secțiunea verticală menționată;
- (g) aprindere a hidrocarburilor menționate din zăcământul de hidrocarburi menționat, în apropierea secțiunii verticale menționate, pentru a se provoca combustia unei părți a hidrocarburilor menționate din zăcământul de hidrocarburi menționat, și, în acest mod, a crea un front de combustie care avansează, spre exteriorul și departe de secțiunea verticală menționată, în cel puțin o direcție, de-a lungul piciorului orizontal menționat și spre menționata porțiune de vârf a acestuia; și



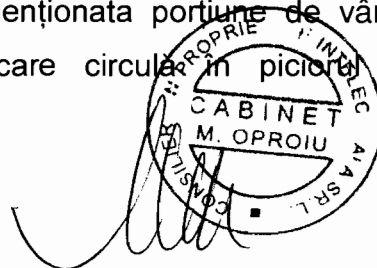
- (h) provocare a hidrocarburilor lichefiate încălzite, din zăcământul menționat, să se scurgă din regiunile superioare ale acestuia și să se colecteze în piciorul orizontal menționat; și
- (i) scoatere din puțul de extracție menționat, prin țeava de extracție menționată, a hidrocarburilor menționate, care au circulat în piciorul orizontal menționat.

14. Procedeu conform revendicării 12, în care o extremitate deschisă a țevii de extracție se află situată în vecinătatea porțiunii de vârf a piciorului orizontal.

15. Procedeu conform revendicării 13 sau 14, în care aburul sau apa este injectată continuu sau periodic în țeava de injectare menționată, pentru a se menține o presiune pozitivă în interiorul piciorului orizontal și, astfel, pentru participarea la împiedicarea pătrunderii menționatului gaz oxidant din zăcământ în piciorul orizontal al puțului de extracție.

16. Procedeu pentru recuperarea hidrocarburilor lichefiate sau gazeificate dintr-o formațiune de hidrocarburi subterană, care cuprinde etapele de:

- (a) asigurare a cel puțin unui puț de extracție care să aibă un picior efectiv orizontal, poziționat relativ jos în formațiunea menționată, piciorul orizontal menționat având, la o extremitate a sa, o porțiune de călcâi și, la extremitatea sa opusă, o porțiune de vârf, situată în formațiune ușor mai jos, ca nivel, decât menționata porțiune de călcâi, piciorul orizontal menționat fiind adaptat să permită afluxul de hidrocarburi lichefiate în interiorul piciorului orizontal menționat, puțul de extracție menționat având o secțiune efectiv verticală, conectată la piciorul orizontal menționat în apropierea menționatei porțiuni sub de călcâi a acestuia;
- (b) asigurare a unei țevi de extracție în puțul de extracție menționat, care se extinde în jos, în interiorul secțiunii verticale menționate și de-a lungul piciorului orizontal menționat, până la menționata porțiune de vârf, pentru colectarea hidrocarburilor menționate, care circulă în piciorul orizontal menționat;



- (c) asigurare a unei țevi de injectare în puțul de extracție menționat, țeava de injectare menționată extinzându-se în jos, în secțiunea verticală menționată, până la menționata porțiune de călcâi;
- (d) injectare a unui mediu în puțul de extracție menționat prin țeava de injectare menționată, în care mediul menționat este selectat din grupul de medii care cuprinde, singur sau în combinație, un gaz neoxidant, aburul, apa sau dioxidul de carbon;
- (e) asigurare a unui puț de injectare ca o reintrare sub formă de canal lateral din secțiunea verticală menționată a puțului de extracție menționat, puț de injectare care se extinde în formațiunea de hidrocarburi;
- (f) alimentare a unui gaz oxidant într-o porțiune a menționatei formațiuni de hidrocarburi, prin puțul de injectare menționat;
- (g) aprindere a hidrocarburilor menționate din formațiunea de hidrocarburi menționată în apropierea secțiunii verticale menționate, pentru a se provoca combustia unei părți din hidrocarburile menționate din formațiunea de hidrocarburi menționată, prin aceasta creându-se un front de combustie care avansează, spre exteriorul și departe de secțiunea verticală menționată, în cel puțin o direcție, de-a lungul piciorului orizontal menționat și spre menționata porțiune de vârf a acestuia; și
- (h) scoatere din puțul de extracție menționat, prin țeava de extracție menționată, a hidrocarburilor care au circulat în piciorul orizontal menționat.

17. Procedeu conform revendicării 16, în care aburul sau apa este injectată continuu sau periodic în puțul de extracție, pentru a se menține o presiune efectiv pozitivă în interiorul piciorului orizontal al acestuia și, astfel, pentru participarea la împiedicarea pătrunderii gazului oxidant menționat din formațiune în piciorul orizontal al puțului de extracție.

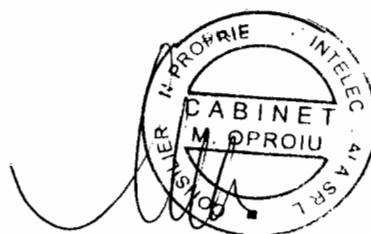


Fig. 1A (tehnica anterioară)

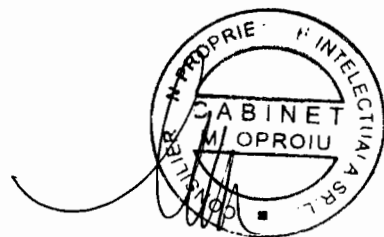
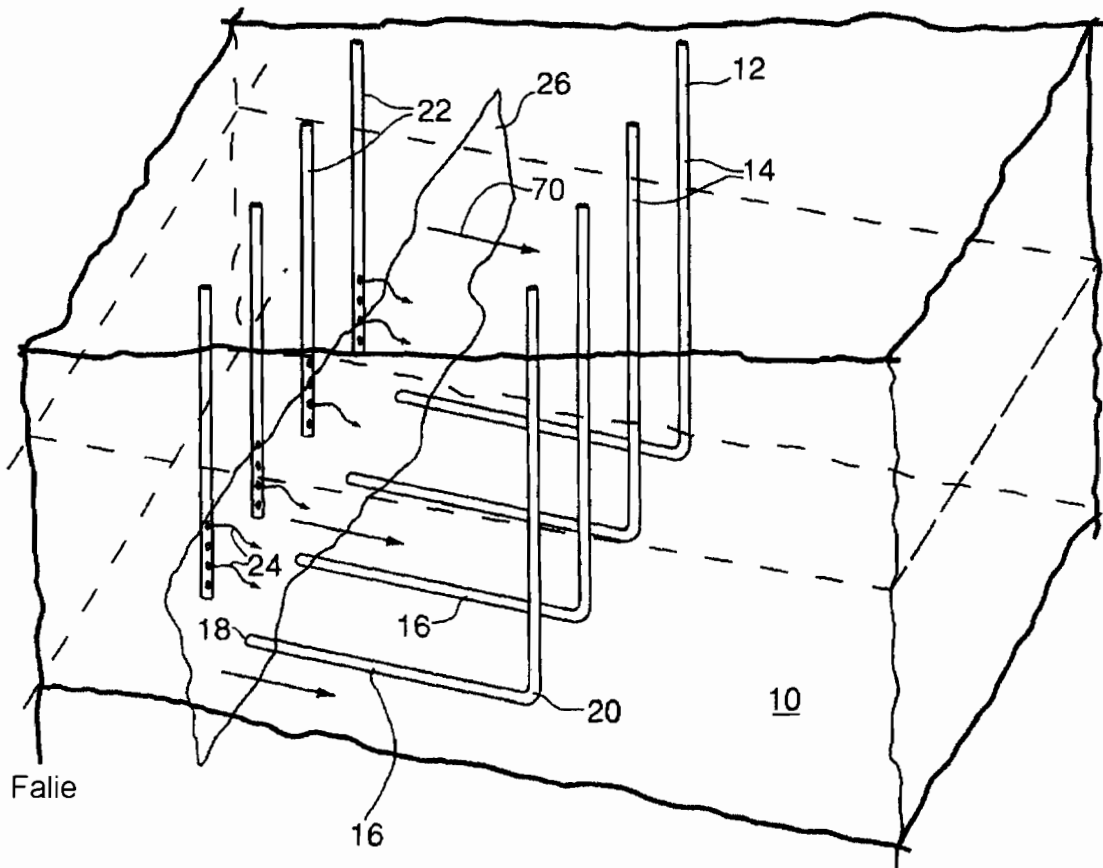


Fig. 1B (tehnica anterioară)

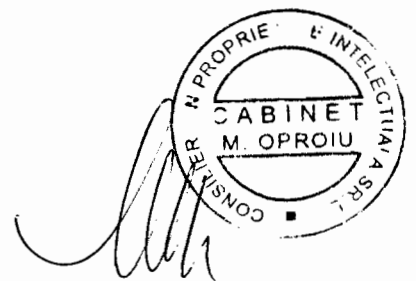
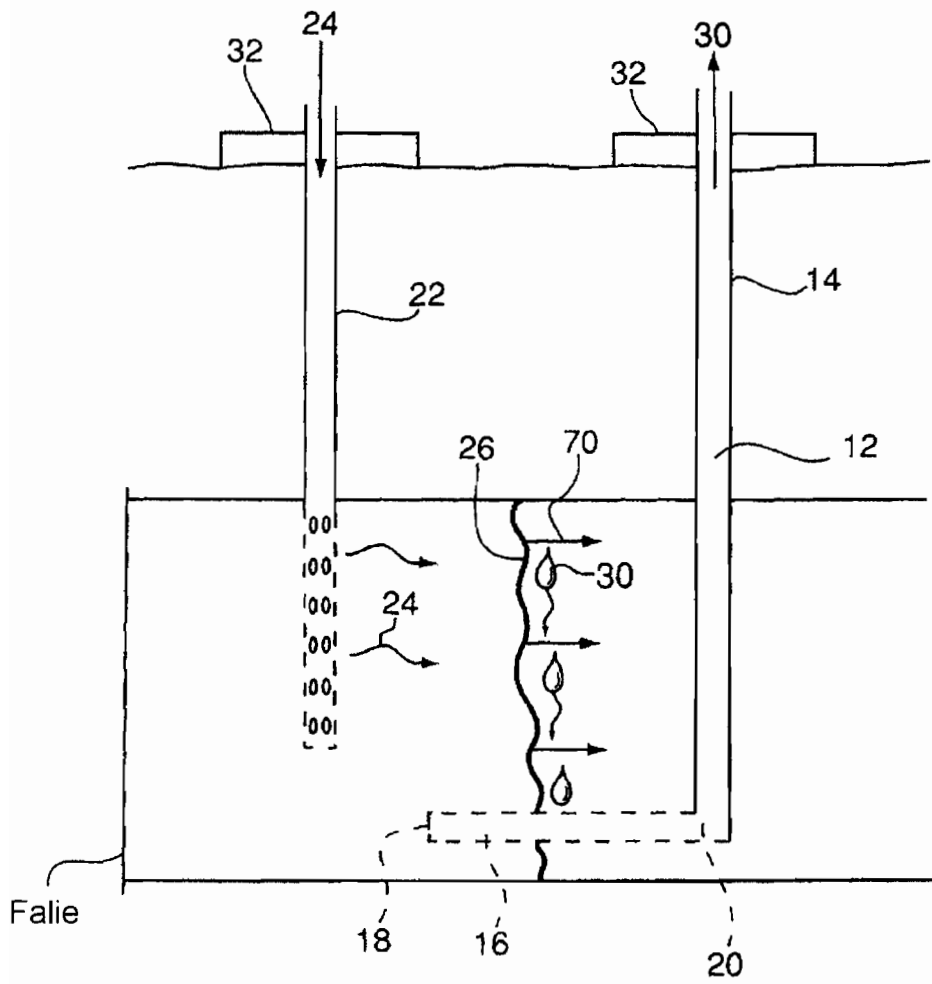
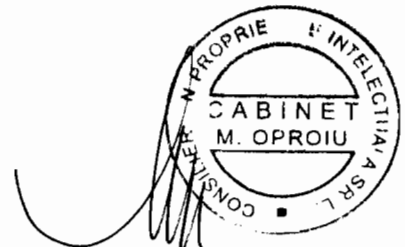
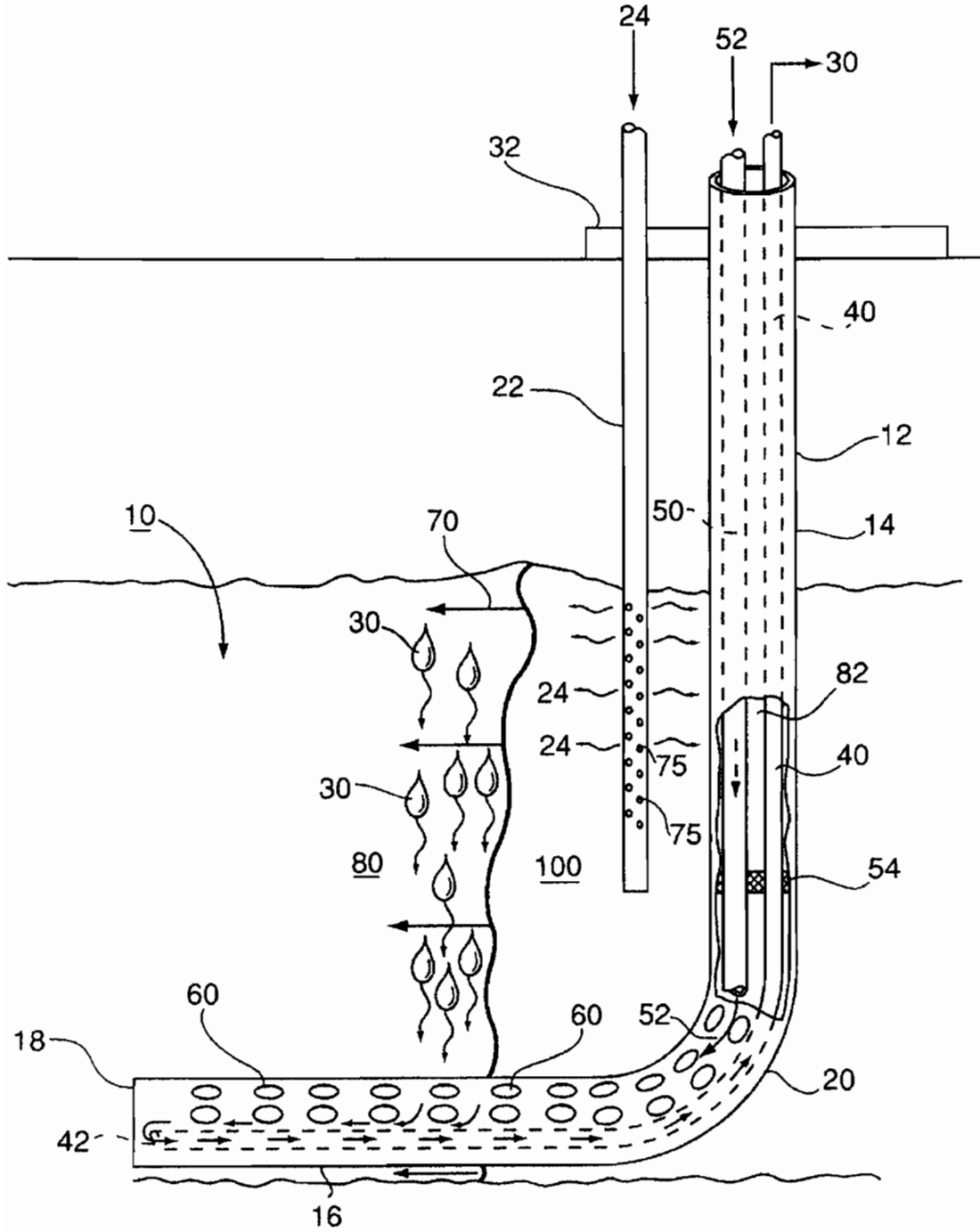


Fig.2A



1/2

Fig.2B

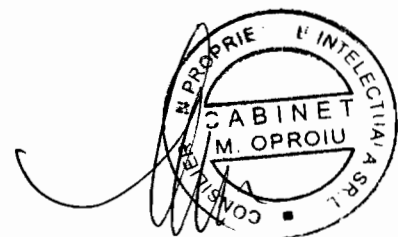
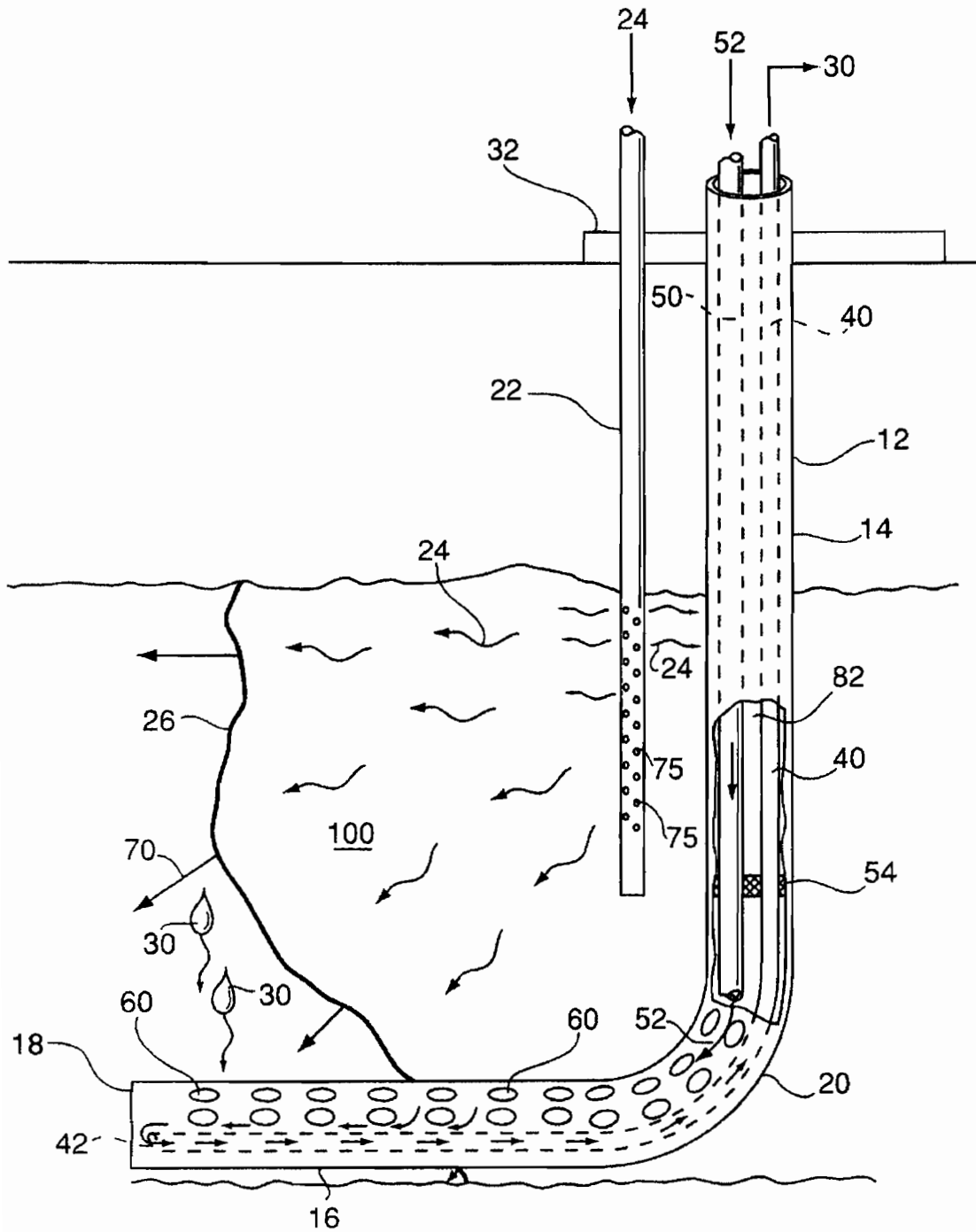




Fig.2C

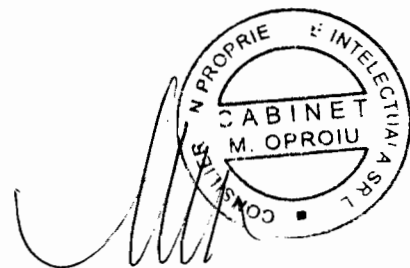
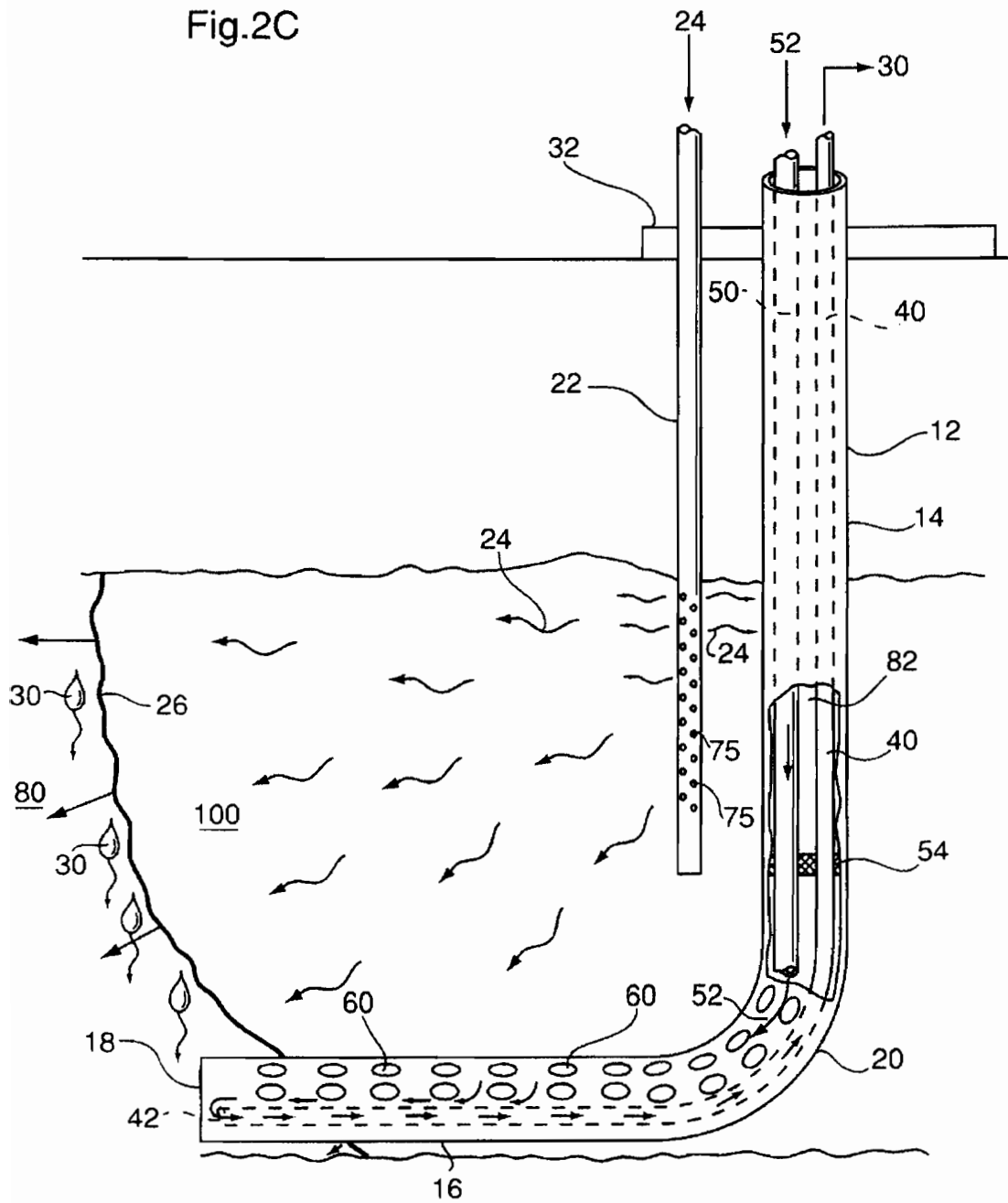
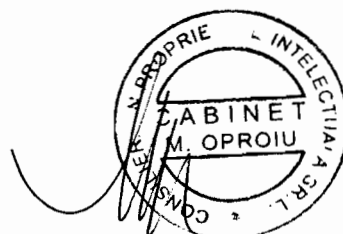
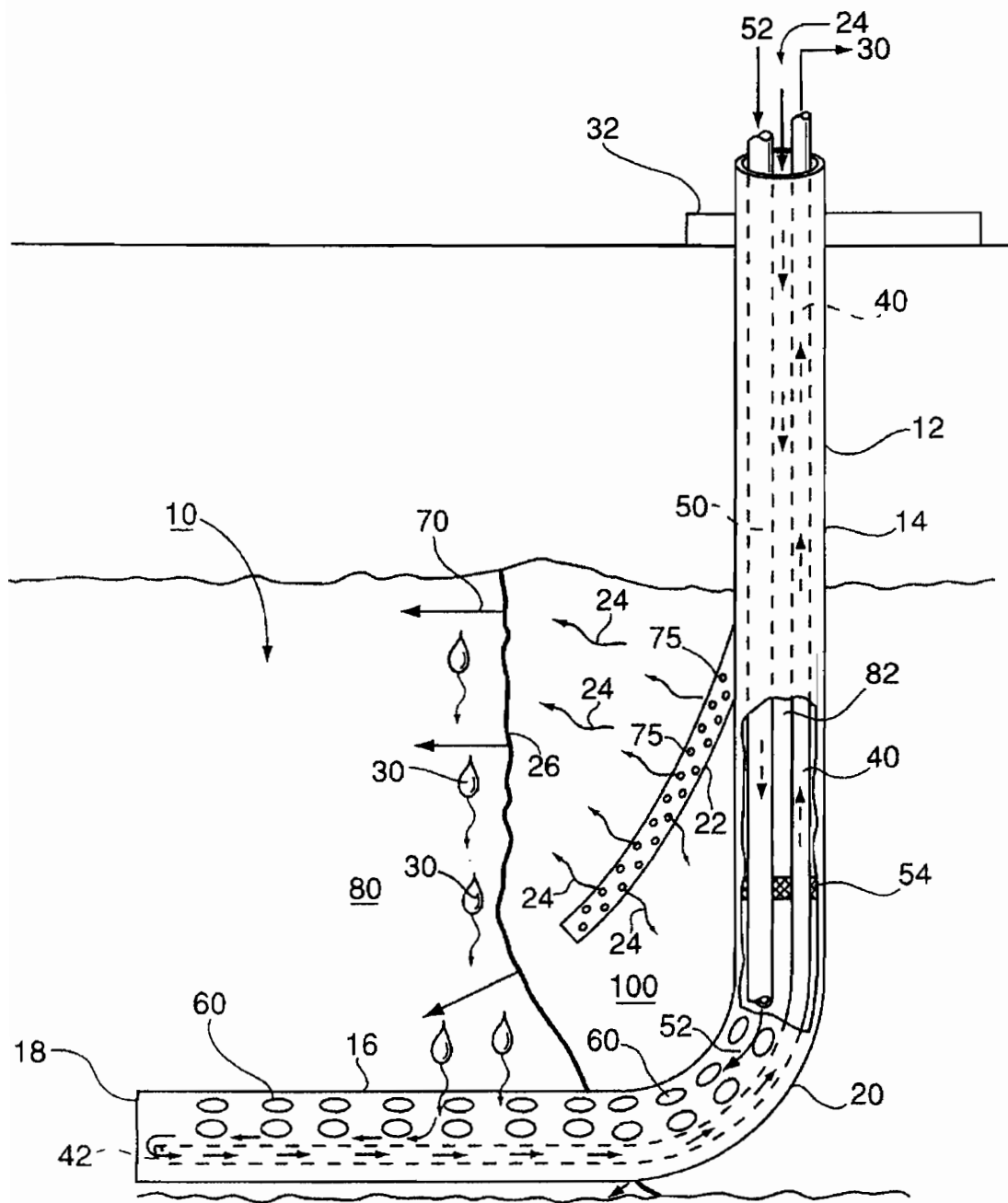


Fig.3



176

Fig.4

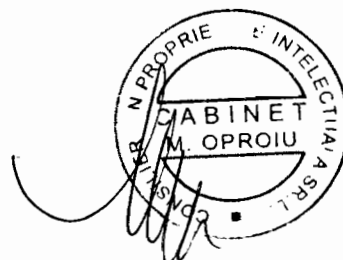
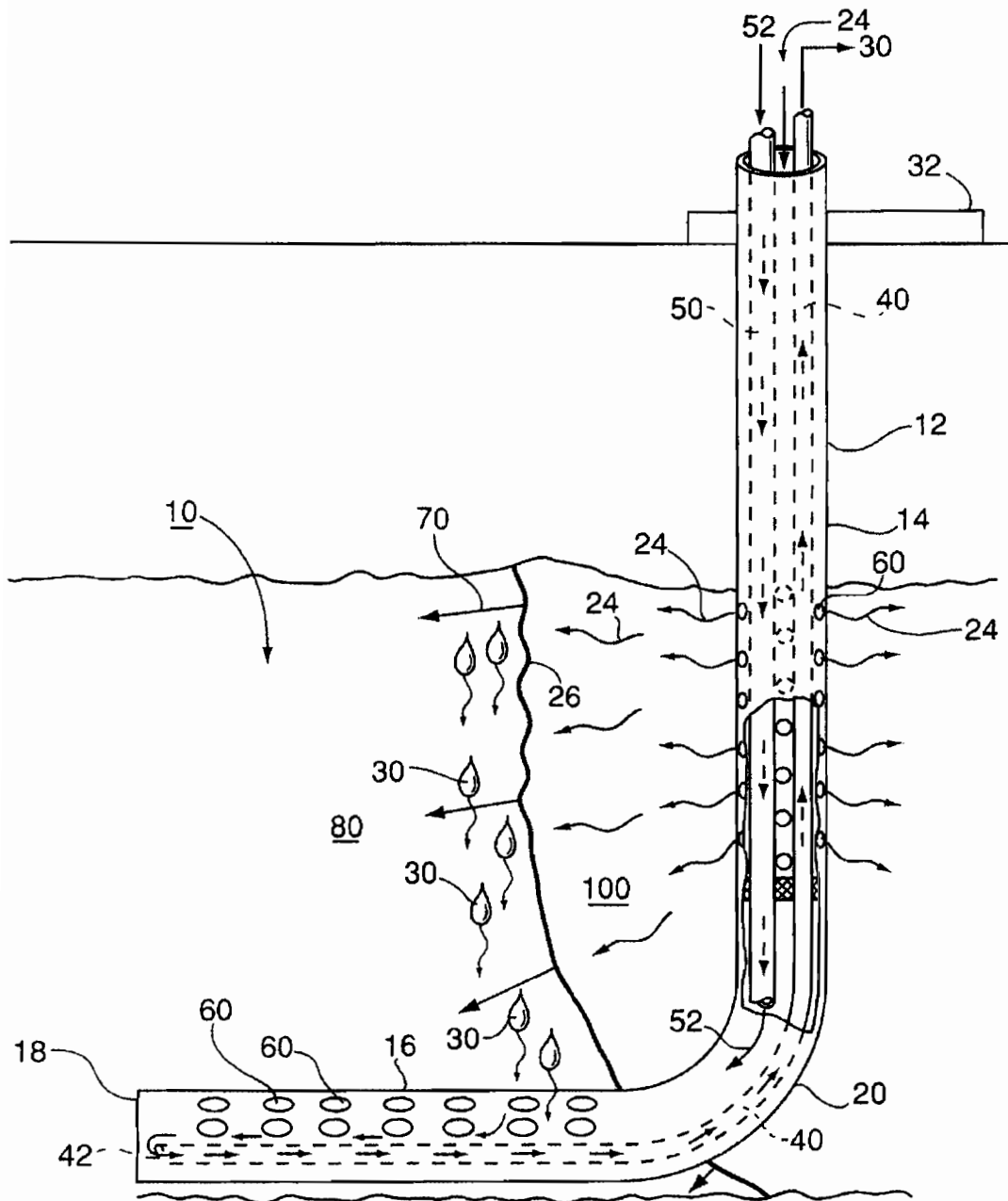
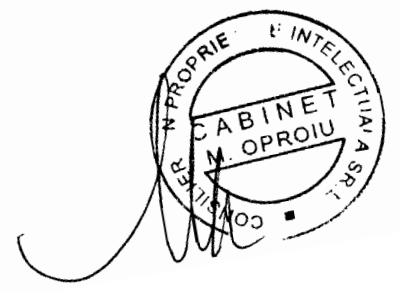
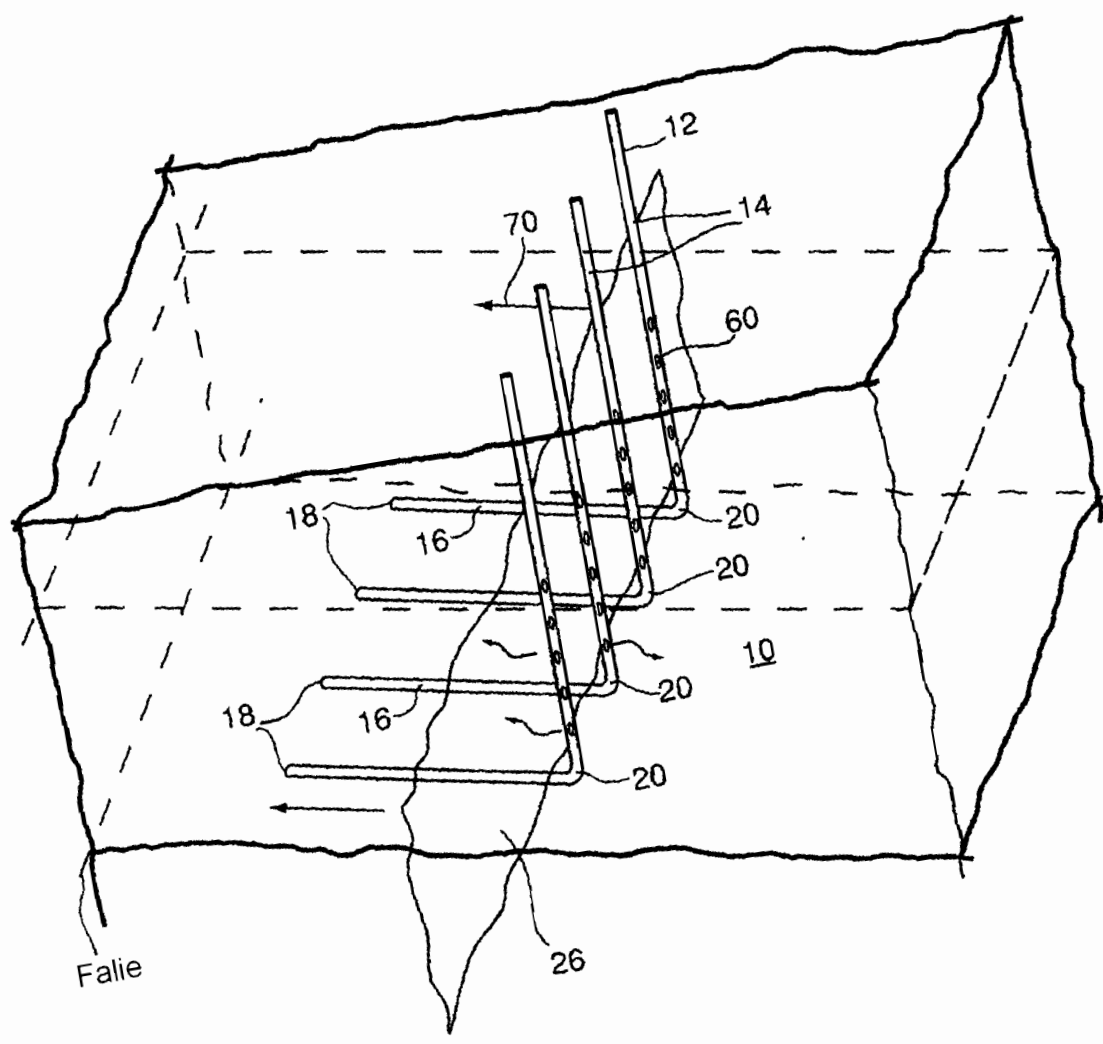


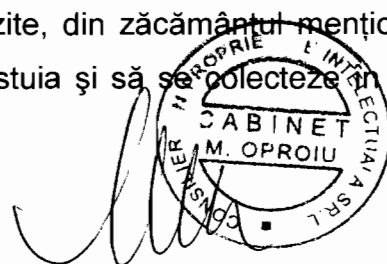
Fig.5



## REVEDICĂRI AMENDATE

1. Procedeu pentru recuperarea hidrocarburilor lichefiate sau gazeificate dintr-un zăcământ de hidrocarburi subteran, care cuprinde etapele de:

- (a) asigurare a cel puțin unui puț de extracție care să aibă un picior efectiv orizontal, poziționat relativ jos în zăcământul menționat, piciorul orizontal menționat având, la o extremitate a sa, cel puțin o parte de călcâi și, la extremitatea sa opusă, o porțiune de vârf, piciorul orizontal menționat fiind adaptat pentru a permite afluxul de hidrocarburi lichefiate în interiorul piciorului orizontal menționat, puțul de extracție menționat având o secțiune efectiv verticală, conectată la piciorul orizontal menționat în apropierea menționatei porțiuni de călcâi a acestuia;
- (b) asigurare a unei țevi de extracție în puțul de extracție menționat, care să se extindă în interiorul secțiunii verticale menționate și în interiorul a cel puțin unei porțiuni din piciorul orizontal menționat, pentru colectarea hidrocarburilor lichefiate menționate, care circulă în piciorul orizontal menționat;
- (c) injectare a unui mediu în puțul de extracție, în care mediul menționat este selectat din grupul de medii care cuprinde, singur sau în combinație, un gaz neoxidant, aburul, apa sau dioxidul de carbon;
- (d) alimentare a unui gaz oxidant în zăcământul subteran menționat, cel puțin, inițial, într-un loc al, sau în apropierea, menționatei secțiunii verticale a puțului de extracție menționat;
- (e) aprindere a hidrocarburilor din interiorul zăcământului de hidrocarburi menționat, în apropierea menționatei secțiunii verticale a puțului de extracție menționat, pentru a se provoca combustia unei părți a hidrocarburilor menționate din zăcământul de hidrocarburi menționat, în apropierea secțiunii verticale menționate, și, în acest mod, să se creeze un front de combustie care avansează, spre exteriorul și departe de puțul de injectare menționat, în cel puțin o direcție, de-a lungul piciorului orizontal menționat și spre menționata porțiune de vârf a acestuia;
- (f) provocare a hidrocarburilor lichefiate încălzite, din zăcământul menționat, să se scurgă din regiunile superioare ale acestuia și să se colecteze în piciorul



orizontal menționat; și

(g) scoatere din puțul de extracție, prin conducta de extracție menționată, a hidrocarburilor menționate, care au circulat în piciorul orizontal menționat.

2. Procedeu conform revendicării 1, în care menționata etapă de alimentare a gazului oxidant menționat se realizează prin furnizarea gazului oxidant menționat în formațiunea de hidrocarburi menționată, prin perforațiile dintr-un puț de injectare.

3. Procedeu conform revendicării 2, în care secțiunea verticală menționată a puțului de extracție menționat și puțul de injectare menționat sunt unul și același.

4. Procedeu conform revendicării 1, în care puțul de injectare reprezintă o reintrare printr-un canal lateral din secțiunea verticală a puțului de extracție și se extinde într-o regiune superioară a zăcământului.

5. Procedeu conform revendicării 1, în care alimentarea cu gaz oxidant se realizează prin forarea unui puț de injectare în apropierea secțiunii verticale menționate a puțului de extracție menționat, iar puțul de injectare menționat este vertical, înclinat sau orizontal.

6. Procedeu conform revendicării 1, în care secțiunea verticală menționată a puțului de extracție menționat este perforată la partea sa superioară, iar etapa menționată de alimentare cu un gaz oxidant se realizează, cel puțin parțial, prin furnizarea gazului oxidant menționat prin secțiunea verticală menționată a puțului de extracție menționat.

7. Procedeu conform revendicării 1, care, în continuare, cuprinde etapele de:

asigurare a unei țevi de injectare în puțul de extracție menționat, țeava de injectare menționată extinzându-se în jos, în secțiunea verticală menționată, în apropierea porțiunii de călcâi menționate a piciorului orizontal menționat, și menționata etapă de injectare a mediului menționat în puțul de extracție menționat fiind realizată prin injectarea mediului menționat prin țeava de injectare menționată.



8. Procedeu conform revendicării 7, în care o extremitate deschisă a țevii de extracție se află situată în vecinătatea porțiunii de vârf a piciorului orizontal.

9. Procedeu conform revendicării 1, în care acest mediu cuprinde suplimentar un diluant condensat pentru hidrocarburi.

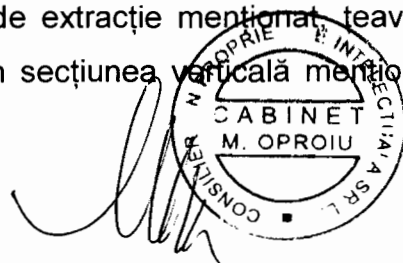
10. Procedeu conform revendicării 1, 7 sau 8, în care mediul menționat este injectat continuu sau periodic în puțul de extracție menționat, pentru menținerea unei presiuni pozitive în interiorul piciorului orizontal și, astfel, pentru participarea la împiedicarea pătrunderii gazului oxidant menționat din zăcământ în piciorul orizontal al puțului de extracție.

11. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările 1-8, în care catalizatorul este amplasat în, pe sau în jurul piciorului orizontal al puțului de extracție.

12. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările 1-8, în care gazul oxidant este un amestec de oxigen și dioxid de carbon.

13. Procedeu pentru recuperarea hidrocarburilor lichefiate sau gazeificate dintr-un zăcământ de hidrocarburi subteran, care cuprinde etapele de:

- (a) asigurare a cel puțin unui puț de extracție care să aibă un picior efectiv orizontal, poziționat relativ jos în zăcământul menționat, piciorul orizontal menționat având, la o extremitate a sa, o porțiune de călcâi și, la extremitatea sa opusă, o porțiune de vârf, piciorul orizontal menționat fiind adaptat să permită afluxul de hidrocarburi lichefiate în interiorul piciorului orizontal menționat, puțul de extracție menționat având o secțiune efectiv verticală, conectată la piciorul orizontal menționat în apropierea menționatei porțiuni de călcâi a acestuia;
- (b) asigurare a unei țevi de extracție în puțul de extracție menționat, care se extinde de la suprafața puțului de extracție menționat până la cel puțin porțiunea de călcâi menționată, a puțului de extracție menționat, pentru colectarea hidrocarburilor menționate, care circulă în piciorul orizontal menționat;
- (c) asigurare a unei țevi de injectare în puțul de extracție menționat, teava de injectare menționată extinzându-se în jos, în secțiunea verticală menționată,

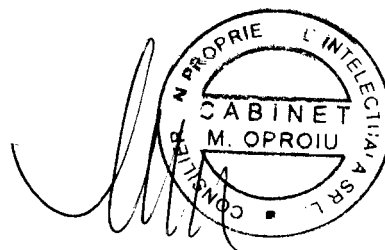


până la o poziție care se extinde în cel puțin porțiunea de călcâi menționată a piciorului orizontal menționat;

- (d) injectare a unui mediu în piciorul orizontal, în care mediul menționat este selectat din grupul de medii care cuprinde, singur sau în combinație, un gaz neoxidant, aburul, apa sau dioxidul de carbon;
- (e) asigurare a unor perforații în secțiunea verticală menționată a puțului de extracție menționat, la o poziție deasupra menționatei porțiuni de călcâi;
- (f) alimentare a unui gaz oxidant în secțiunea verticală menționată și, astfel, într-o parte a zăcământului de hidrocarburi menționat, prin perforațiile menționate, din secțiunea verticală menționată;
- (g) aprindere a hidrocarburilor menționate din zăcământul de hidrocarburi menționat, în apropierea secțiunii verticale menționate, pentru a se provoca combustia unei părți a hidrocarburilor menționate, din zăcământul de hidrocarburi menționat, și, în acest mod, să se creeze un front de combustie care avansează, spre exteriorul și departe de secțiunea verticală menționată, în cel puțin o direcție, de-a lungul piciorului orizontal menționat și spre menționata porțiune de vârf a acestuia; și
- (h) provocare a hidrocarburilor lichefiate încălzite, din zăcământul menționat, să se scurgă din regiunile superioare ale acestuia și să se colecteze în piciorul orizontal menționat; și
- (i) scoatere din puțul de extracție menționat, prin țeava de extracție menționată, a hidrocarburilor menționate, care au circulat în piciorul orizontal menționat.

14. Procedeu conform revendicării 12, în care o extremitate deschisă a țevii de extracție se află situată în vecinătatea porțiunii de vârf a piciorului orizontal.

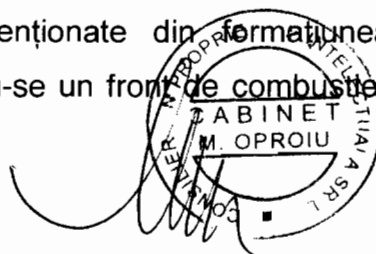
15. Procedeu conform revendicării 13 sau 14, în care aburul sau apa este injectată continuu sau periodic în țeava de injectare menționată, pentru a se menține o presiune pozitivă în interiorul piciorului orizontal și, astfel, pentru participarea la împiedicarea pătrunderii menționatului gaz oxidant din zăcământ în piciorul orizontal al puțului de extracție.





16. Procedeu pentru recuperarea hidrocarburilor lichefiate sau gazeificate dintr-o formațiune de hidrocarburi subterană, care cuprinde etapele de:

- (a) asigurare a cel puțin unui puț de extracție care să aibă un picior efectiv orizontal, poziționat relativ jos în formațiunea menționată, piciorul orizontal menționat având, la o extremitate a sa, o porțiune de călcâi și, la extremitatea sa opusă, o porțiune de vârf situată în formațiune ușor mai jos, ca nivel, decât menționata porțiune de călcâi, piciorul orizontal menționat fiind adaptat să permită afluxul de hidrocarburi lichefiate în interiorul piciorului orizontal menționat, puțul de extracție menționat având o secțiune efectiv verticală, conectată la piciorul orizontal menționat în apropierea menționatei porțiuni de călcâi a acestuia;
- (b) asigurare a unei țevi de extracție în puțul de extracție menționat, care se extinde în jos, în interiorul secțiunii verticale menționate și de-a lungul piciorului orizontal menționat, până la menționata porțiune de vârf, pentru colectarea hidrocarburilor menționate, care circulă în piciorul orizontal menționat;
- (c) asigurare a unei țevi de injectare în puțul de extracție menționat, țeava de injectare menționată extinzându-se în jos, în secțiunea verticală menționată, până la menționata porțiune de călcâi;
- (d) injectare a unui mediu în puțul de extracție menționat prin țeava de injectare menționată, în care mediul menționat este selectat din grupul de medii care cuprinde, singur sau în combinație, un gaz neoxidant, aburul, apa sau dioxidul de carbon;
- (e) asigurare a unui puț de injectare ca o reintrare sub formă de canal lateral din secțiunea verticală menționată a puțului de extracție menționat, puț de injectare care se extinde în formațiunea de hidrocarburi;
- (f) alimentare a unui gaz oxidant într-o porțiune a menționatei formațiuni de hidrocarburi, prin puțul de injectare menționat;
- (g) aprindere a hidrocarburilor menționate din formațiunea de hidrocarburi menționată în apropierea secțiunii verticale menționate, pentru a se provoca combustia unei părți din hidrocarburile menționate din formațiunea de hidrocarburi menționată, prin aceasta creându-se un front de combustie care



avansează spre exteriorul și departe de secțiunea verticală menționată, în cel puțin o direcție, de-a lungul piciorului orizontal menționat și spre menționata porțiune de vârf a acestuia; și

- (h) scoatere din puțul de extracție menționat, prin țeava de extracție menționată, a hidrocarburilor care au circulat în piciorul orizontal menționat.

17. Procedeu conform revendicării 16, în care aburul sau apa este injectată continuu sau periodic în puțul de extracție, pentru a se menține o presiune efectiv pozitivă în interiorul piciorului orizontal al acestuia și, astfel, pentru participarea la împiedicarea pătrunderii gazului oxidant menționat din formațiune în piciorul orizontal al puțului de extracție.

