



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00586**

(22) Data de depozit: **08/08/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/01/2020** BOPI nr. **1/2020**

(41) Data publicării cererii:
28/02/2014 BOPI nr. **2/2014**

(73) Titular:
• **GHEORGHİTOIU MIHAI, PIAȚA VICTORIEI**
NR. 13, BL. CC SUD, SC. E, AP. 97,
PLOIEȘTI, PH, RO

(72) Inventatori:
• **GHEORGHİTOIU MIHAI, PIAȚA VICTORIEI**
NR. 13, BL. CC SUD, SC. E, AP. 97,
PLOIEȘTI, PH, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
WO 2013/023020 A1; WO 2012064356 A1;
US 2004/0256103 A1

(54) **INSTALAȚIE PENTRU PRODUCEREA UNOR PERFORATURI**
ÎNTR-UN STRAT PRODUCTIV



RO 129243 B1

1 Invenția se referă la o instalație pentru producerea unor perforaturi într-un strat
2 productiv de hidrocarburi, străbătut de o gaură săpată pentru exploatarea, de preferință, a
3 gazelor de șist.

4 Sunt cunoscute instalații pentru producerea unor perforaturi într-un strat productiv de
5 hidrocarburi, care sunt constituite dintr-un corp cilindric, relativ lung, cu capetele rotunjite, cu
6 deschideri laterale, în care sunt plasate niște celule profilate, care conțin niște încărcături
7 explozive, care, prin declanșare de la suprafață, printr-un cablu electric, dezvoltă jeturi
8 cumulative cu presiuni și viteze relativ mari, jeturi care perforază peretele din oțel al unei
9 coloane de burlane de exploatare, o cămașă din ciment din jurul ei, și pătrund într-un perete
10 din rocă câteva zeci de centimetri, în funcție și de tipul rocii.

11 Dezavantajele acestor instalații constau în aceea că se obțin, în general,
12 10...20 perforaturi/metru, dar care sunt mărginite de o cămașă realizată prin compresarea
13 rocii, aproape vitrificată, cu o permeabilitate relativ mică, iar în canale rămân și reziduuri ale
14 jetului, foarte greu de îndepărtat la punerea în producție a stratului productiv.

15 Este cunoscut faptul că, prin fracturare hidraulică, se deschid numeroase canale de
16 comunicație gaură săpată-strat, care au șansa să comunice cu o rețea endogenă de fisuri,
17 asigurând în acest mod o trecere lejeră a gazelor din strat în gaura săpată. În general, fisurile
18 se formează în plane perpendiculare pe direcția efortului minim din zona respectivă, și ele
19 apar când rezistența la tracțiune este depășită de tensiunea la perete provocată de creșterea
20 presiunii în gaura săpată. Se consideră că, prin conducerea operației cu modificări bruște
21 de presiune, din fisurile principale se formează, în formă ramificată, alte fisuri în zonele slabe
22 ale rocii, asigurând astfel o suprafață mult mai mare de curgere. Chiar dacă acest fenomen
23 poate fi provocat în laborator prin transmiterea aproape în totalitate a variațiilor de presiune
24 asupra probelor de rocă, este greu de presupus că poate avea loc și în strat, la distanțe de
25 mii de metri de sursa de presiune, datorită disipării efectului variațiilor bruște de presiune în
26 sistemul din gaura săpată, caracterizat prin posibilități suficient de mari de deformare. Mai
27 mult, o mare parte din apa folosită la realizarea fisurilor rămâne în sistemul de fisuri, din
28 cauza presiunilor mici de expulzare, fapt care va diminua capacitatea de curgere a rocilor
29 din vecinătatea găurii săpate pentru exploatarea acestora.

30 Este cunoscut documentul **WO 2013/023020 A1**, care dezvăluie un dispozitiv pentru
31 perforarea găurilor de sondă care folosește mijloace laser ghidate pe direcția găurii de
32 sondă, prin fibră optică introdusă prin niște elemente tubulare prevăzute, în dreptul straturilor
33 ce urmează a fi perforate, cu niște duze la care sunt montate tuburi telescopice retractabile.

34 Este cunoscut și documentul **WO 2012064356 A1**, care dezvăluie, de asemenea, o
35 instalație pentru perforare cu laser a unor zone laterale ale unei găuri de sondă prin jeturi
36 laser, alcătuită din sursă laser, burlane, compresor, duze pentru generarea cavităților
37 laterale, mijloace de control a profilelor perforaturilor, fibră optică pentru transmiterea
38 energiei laser.

39 Problema tehnică pe care o rezolvă instalația, conform invenției revendicate, constă
40 în producerea unor canale care sunt delimitate de niște pereți curați, în condițiile în care are
41 loc o extindere a zonei supuse perforării prin crearea de fisuri de ramificație de jur împrejurul
42 găurii de sondă, fisuri care nu au tendința de închidere, ca și în realizarea unei consolidări
43 de durată, dacă este cazul, a porțiunilor slab consolidate ale peretelui găurii săpate.

44 În mod neașteptat s-a găsit faptul că, prin producerea de canale de comunicație
45 gaură săpată-strat prin dislocare termică, simultan în mai multe zone de strat, se produce,
46 prin ridicarea bruscă a temperaturii rocii la o valoare de 500...600°C, atât dilatarea diferită
47 a mineralelor componente - fapt care provoacă o stare complexă de eforturi *in situ* - cât și
48 expandarea prin supraîncălzire a fluidelor conținute în roca adiacentă suprafeței care

RO 129243 B1

delimitează canalul, astfel că în canalele formate curgerea este mult îmbunătățită, iar porozitatea în roca vecină canalelor realizate este crescută prin acțiunea fluidelor conținute, care sunt supraîncălzite.

Pentru realizarea unui canal de comunicație gaură săpată-strat prin dislocare termică, sursa de căldură trebuie adusă la peretele găurii săpate, și plasată perpendicular pe acesta, în condițiile în care are loc o deplasare de du-te-vino de câteva zeci de centimetri a sursei de căldură, și sunt asigurate formarea și injecția în canal a unui jet de fluid sub presiune, de preferință gaz, care să curețe canalul de particulele solide, eventual să răcească unele componente ale unor subansambluri telescopice.

Controlul dislocării rocii prin exfoliere se face prin reglarea parametrilor de funcționare ai unui laser, și anume, fluxul mediu energetic, densitatea fluxului energetic, energia specifică, necesară dislocării unui volum de rocă, și timpul de expunere. Este în sine cunoscut faptul că, pentru realizarea exfolierii diferitelor tipuri de rocă sedimentară, sunt suficiente valori orientative ale fluxului mediu de la 200 watt pentru unele marne, la 2000 watt pentru unele gresii, ale densității fluxului de la 700 watt/cm² pentru unele marne, la 2500 watt/cm² pentru unele gresii, ale energiei specifice de la 500 Joule/cm³ pentru marne, la 3000 Joule/cm³ pentru gresii, iar pentru vitrificare energia specifică depășește ușor 30000 Joule/cm³ pentru gresii, în funcție de conținutul în siliciu și, respectiv, ale timpilor de expunere de fracțiuni de secundă. La aceeași densitate a fluxului o expunere mai îndelungată duce la o creștere a energiei specifice și, ca urmare, o dislocare prin topire sau chiar vaporizare, ceea ce nu este de dorit în operația de perforare. Laserul se alege în funcție de capacitatea lui de a asigura transmiterea energiei în fracțiuni relativ mici de timp, pentru a se realiza dislocarea prin exfoliere. Este de preferat să se opereze într-o gaură săpată, având un perete netubat în dreptul stratului productiv, pentru ca porțiunile neconsolidate să poată fi stabilizate, în prealabil, prin vitrificarea rocii din perete cu ajutorul fasciculelor laser dirijate de sursa de căldură plasată în dreptul și în imediata apropiere a stratului.

Instalația conform invenției rezolvă problema tehnică și înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că are în componență o pușcă ce este alcătuită dintr-o carcasă tubulară prevăzută, de preferință, cu câte patru deschideri laterale, având centrele plasate într-un același plan transversal și egal depărtate între ele, de carcasă la extremități fiind fixați centratorii amintiți, în deschideri fiind montate niște subansambluri telescopice, extensibile spre exterior, fiecare dintre acestea fiind format din niște cilindri inferior, intermediar și, respectiv, superior, plasați unul în celălalt, cilindrul inferior având diametrul interior cel mai mare, de cilindrul superior fiind fixat un capac superior, prevăzut cu niște orificii calibrate, iar în dreptul orificiului central fiind plasată în cilindrul superior o sursă de căldură, care emite o radiație laser, cilindrul inferior fiind închis cu un capac inferior, de care, în dreptul unui alt orificiu central, practicat în el, este fixată o conductă scurtă, racordată la conducta de alimentare cu un fluid sub presiune, aflată în legătură cu o mufă de cuplare, sursa de căldură fiind în legătură, prin intermediul unui cablu optic secundar, și prin cel al unui comutator electrooptic de putere mare, plasat în mufă, cu un cablu optic principal, la rândul lui, aflat în legătură cu un laser pulsativ, de mare putere, ca sursă de fascicule de lumină.

Fiecare cablu optic secundar este înfășurat pe un întinzător care este dotat cu un senzor de deplasare, și care îi permite să se deplaseze odată cu deplasarea sursei de căldură și cu cea a cilindrului superior, și să îl readucă în poziția de repaus, când cilindrii intermediar și, respectiv, superior sunt plasați în cilindrul inferior, și care transmite la suprafață, la panoul de comandă și monitorizare, informații privind deplasarea sursei de căldură.

RO 129243 B1

1 Instalația conform invenției prezintă următoarele avantaje:

3 - canalele realizate prin perforare sunt curate, iar roca din peretele lor are o
capacitate de curgere mai mare decât înainte de perforare, prin aceea că temperatura de
5 exfoliere care se transmite în roca din jur provoacă transformări fizice și chimice care
constau în reducerea volumului matricei prin dehidratare, și în transformări mineralogice cu
7 pierdere de gaze, care au ca rezultat apariția microfisurilor, care cresc porozitatea și
permeabilitatea;

9 - înainte de perforare se pot consolida prin vitrificare porțiunile slab consolidate,
estimate după datele primite în timpul forajului;

11 - parametrii de lucru pot fi modificați în funcție de tipul rocilor din perete, de-a lungul
intervalului de perforat;

13 - nu mai sunt necesare operații de stimulare la punerea în producție;

15 - permite reperforarea, în cazul sondelor perforate cu alte metode, cu rezultate slabe
la punerea în producție;

17 - ușor de manevrat și de întreținut.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a instalației conform invenției, în
legătură cu fig. 1...3, ce reprezintă:

19 - fig. 1, vedere schematică a unei instalații conform invenției, montate într-o gaură
săpată într-un strat productiv;

21 - fig. 2, secțiune longitudinală parțială și vedere ale unei puști și ale unui
subansamblu telescopic ale instalației redată în fig. 1;

23 - fig. 3, secțiune după traseul **A-A**, redat în fig. 2, printr-un subansamblu telescopic.

Instalația conform invenției este alcătuită dintr-o pușcă **A**, ce are o carcasă **1**
25 tubulară, prevăzută, de preferință, cu câte patru deschideri a laterale, decalate între ele cu
un unghi de 90°, între care este o distanță de preferință de 0,30 m, având centrele plasate
într-un același plan transversal. De carcasa **1**, la extremitatea acesteia, sunt fixate niște
27 centratori **2**, plasați în lungul unor generatoare ale carcasei **1**, care au rolul de a centra
carcasa **1** în raport cu un perete **3** al unei găuri **b** săpate.

29 În deschiderile **a** sunt montate niște subansambluri **B** telescopice, extensibile spre
exterior, având în poziția extinsă o lungime, de preferință, de 0,50 m. Fiecare subansamblu
31 **B** este format din niște cilindri **4**, **5** și **6** inferior, intermediar și, respectiv, superior, cilindrul
4 inferior având diametrul interior cel mai mare. În stare de repaus cilindrii **5** și **6** sunt plasați
33 în cilindrul **4**.

35 De cilindrul **6** este fixat un capac **7** superior, în care sunt prevăzute niște orificii **c**
calibrate, iar în dreptul orificiului **c** central este plasată, în cilindrul **6**, o sursă **8** de căldură,
care distribuie o radiație laser.

37 Cilindrul **4** este închis cu un capac **9** inferior, de care, în dreptul unui orificiu **e** central
practicat în el, este fixată o conductă **10** scurtă, racordată la rândul ei la o conductă **11** de
39 alimentare cu un fluid sub presiune, care, de preferință, poate fi un gaz sub presiune,
constituit din azot. Acest fluid sub presiune determină expandarea cilindrilor **5** și **6** spre
41 peretele **3**. Conducta **11** de alimentare este racordată, prin interiorul unei mufe **12** de
cuplare, la o garnitură **13** flexibilă, înfășurată pe o tobă **14**, aflată în comunicație cu o
43 conductă **15** de împingere a unui lichid sau a unui gaz sub presiune de către o
pompa/compresor **16**. Garnitura **13** este deplasată cu ajutorul unui dispozitiv **17** de manevră,
45 și se termină cu un cep **18** de legătură care este fixat în mufa **12**.

RO 129243 B1

La exteriorul garniturii **13**, de aceasta este fixat un cablu **19** optic principal, înfășurat la suprafață pe o altă tobă **20**, aflat în legătură cu un laser **21** pulsativ, de mare putere, ca sursă de fascicule de lumină, montat pe o platformă de lucru, în sine cunoscută, neredată în figuri. Pe această platformă este plasat și un pupitru **22** de comandă și monitorizare a operației de perforare. De cablul **19** este fixat un cuplaj **23** susținut de cepul **18** și aflat în legătură cu un comutator **24** electrooptic de putere mare, plasat în mufa **12**. Comutatorul **24** este în legătură, prin niște cabluri **25** optice secundare, cu sursa **8** de căldură. Cablurile **25** sunt înfășurate, fiecare, pe câte un întinzător **26** care este dotat cu un senzor de deplasare, care permite cablului **25** să se deplaseze odată cu sursa **8** de căldură și cu cilindrul **6**, și să îl readucă în poziția de repaus când sursa **8** este retrasă odată cu cilindrul **5** și **6**, și care transmite la suprafață informații privind deplasarea sursei **8** de căldură.

Gaura **b** are o porțiune **f** superioară, cu axa verticală, și o porțiune **g** inferioară, cu axa orizontală, iar în porțiunea **f** este tubată o coloană **27** de burlane de ancorare. În aceasta din urmă este introdusă o garnitură **28** de țevi de extracție, de care este fixată carcasa **1**. La suprafață, de garnitura **28** de țevi de extracție este racordată o conductă **29** de împingere, pentru circulația fluidelor prin garnitura **28**.

În vederea executării perforării unui strat **31** productiv este fixată carcasa **1** de garnitura **28** de țevi de extracție, în condițiile în care de carcasa **1** sunt fixați centratorii **2**, subansamblurile **B** și mufa **12** în care este montat comutatorul **24**, și este lansată în gaura **f** până când lungimea de garnitură de țevi de extracție **28** este egală cu cea a porțiunii orizontale **g**, când la ea se atașează reducția cu deschidere laterală **30**. Se introduce garnitura flexibilă **13**, de care se atașează cablul **19**, cu ajutorul dispozitivului **17** prin reducția **30**, până când cepul **18**, în care este fixat cuplajul **23**, pătrunde în mufa **12** a puștii **A**, cepul **18** este cuplat cu mufa **12**, iar cuplajul **23** este conectat cu comutatorul **24** electrooptic prin comenzile date de la pupitru **22** de comandă și monitorizare. Se continuă introducerea, în gaura săpată, a garniturii **28** de țevi de extracție împreună cu pușca **A** și garnitura flexibilă **13**, de care este atașat cablul optic **19**, în gaura orizontală **g** săpată, până când subansamblurile **A** sunt plasate în dreptul zonei **b** din peretele **3**, care urmează a fi perforată.

Prin garnitura **28** de țevi de extracție este asigurată circulația fluidelor din gaura **b**, în vederea ameliorării sau schimbării fluidului din zona peretelui **3** care va fi perforată.

În continuare, este introdus un fluid sub presiune în garnitura **13** flexibilă, și este verificată expandarea cilindrilor **5** și **6**, astfel încât capacul **7** superior să ajungă în apropierea peretelui **3**, după care este pornit laserul **21** de la pupitru **22**, pentru emiterea fasciculelor de lumină. Acestea sunt orientate și distribuite, într-un mod prestabilit, pe suprafața peretelui de sursa **8**. În timpul perforării prin orificiile **c** ies în exterior, spre peretele **3**, jeturi de fluid care creează un mediu transparent pentru propagarea radiației laser emise de sursa **8** de căldură, și care evacuează particulele solide din canalul format, și care protejează contactul capacului **7** superior de impactul particulelor solide evacuate cu acestea.

După realizarea canalelor este oprit de la pupitru **22** laserul **21** pulsativ, este depresurizată garnitura **13** flexibilă, și este retrasă garnitura **28** de țevi de extracție până când subansamblurile **B** sunt poziționate într-o zonă următoare a peretelui **3**, care va fi perforată, poziție în care de la pupitru **22** este pornit laserul **21** și este creată presiune în garnitura **13** flexibilă. În final este oprită funcționarea laserului **21** și este depresurizată garnitura **13** flexibilă, fiind deplasată din nou garnitura **28** de țevi de extracție până când toată porțiunea peretelui **3** din dreptul stratului **31** productiv este perforată în totalitate.

RO 129243 B1

1 În final, de la panoul **22** este oprită funcționarea laserului **21**, și este depresurizată
garnitura **13** flexibilă, după care este decuplat cepul **18** de mufa **12**, și cuplajul **23** este scos
3 din contactul cu comutatorul **24**, ceea ce permite scoaterea garniturii **13** flexibile, cu ajutorul
dispozitivului **17**, din garnitura **28** de țevi de extracție. Apoi este extrasă la suprafață garnitura
5 **28** de țevi de extracție cu pușca **A**.

7 În situația, neredată în figuri, în care în dreptul peretelui **3** este tubată o coloană de
burlane de exploatare, sunt perforate prin topire coloana de burlane și cămașa de ciment,
după care canalele sunt produse în rocă prin exfoliere.

9 În condițiile realizării unor canale cu pușca **A** într-un perete **3** care conține
preponderant marne sau gresii, este indicat ca fluxul mediu să aibă o valoare de 200 w sau
11 de 2000 w, densitatea fluxului să aibă o valoare de 700 w/cm² sau 2500 w/cm², iar energia
specifică să aibă o valoare de 500 Joule/cm³ sau o valoare de 3000 Joule/cm³.

13 În situația în care este dorită consolidarea unei zone a peretelui **3**, cilindrii **5** și **6** sunt
deplasați până când capacele **7** sunt aduse în contact cu peretele **3**, moment în care este
15 pornit laserul **21**, și sursele **8** de căldură distribuie radiații laser care vitrifică roca din
peretele **3**.

RO 129243 B1

Revendicări

1. Instalație pentru producerea unor perforaturi într-un strat productiv, care este utilizată într-o gaură săpată, ce are niște porțiuni cu axele verticală și orizontală, iar peretele din dreptul stratului productiv este netubat, și care cuprinde o garnitură de țevi de extracție de care, la suprafață, este racordată o conductă de împingere a unui fluid sub presiune, precum și un dispozitiv de manevră, și un panou de comandă și monitorizare, iar ghidarea în dreptul peretelui netubat al stratului productiv este făcută cu ajutorul unor centratori ce ghidează o carcasă (1) tubulară prevăzută cu o pușcă (A) și cu niște subansambluri (B) telescopice extensibile spre exterior, fiecare dintre acestea fiind format din mai mulți cilindri în care sunt amplasate niște surse (8) de căldură, care emit o radiație laser, aflate în legătură, prin intermediul unui cablu (25) optic secundar și prin cel al unui comutator (24) electrooptic de putere mare, plasat într-o mufă (12), cu un cablu (19) optic principal aflat în legătură, la rândul lui, cu un laser (21) pulsativ, de mare putere, ca sursă de fascicule de lumină, **caracterizată prin aceea că** această carcasă tubulară (1) este prevăzută cu câte patru deschideri (a) laterale, ce au centrele plasate într-un același plan transversal și egal depărtate între ele, pe carcasă (1), în deschideri (a), sunt montate subansamblurile (B) telescopice, constituite din câte trei cilindri telescopici, de cilindrul (6) superior al fiecărui subansamblu (B) telescopic este fixat câte un capac (7) superior, prevăzut cu niște orificii (c) centrale, calibrate, iar în acestea sunt plasate în interiorul cilindrilor (6) superiori sursa (8) de căldură amintită, iar cilindrul (4) inferior sunt închiși cu câte un capac (9) inferior, de care, în dreptul unor alte orificii (e) centrale, sunt fixate niște conducte (10) scurte, racordate la conducta (11) de alimentare cu fluidul sub presiune, aflată în legătură cu o mufă (12) de cuplare cu garnitura flexibilă a instalației. 3
2. Instalație conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** fiecare cablu (25) optic secundar este înfășurat pe un întinzător (26) care este dotat cu un senzor de deplasare, și care îi permite să se deplaseze odată cu deplasarea sursei (8) de căldură și cu cea a cilindrului (6) superior, și să îl readucă în poziția de repaus, când cilindrul (5 și 6) intermediar și, respectiv, superior sunt plasați în cilindrul (4) inferior, și care transmite la suprafață, la panoul (22) de comandă și monitorizare, informații privind deplasarea sursei (8) de căldură. 5
3. Instalație conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că** de mufă (12) este fixat un cep (18) al unei garnituri flexibile (13), deplasate prin dispozitivul (17) de manevră amintit, aflat în legătură, prin intermediul unei conducte (15) de împingere, cu o pompă/compresor (16) și lansată printr-o reducție (30) cu deschidere laterală, fixată de garnitura de țevi (28) de extracție, la o distanță de mufă (12) de preferat egală cu lungimea intervalului săpat în stratul productiv (31), de perforat, de garnitura (13) flexibilă fiind fixat cablul (19) optic principal, acesta din urmă fiind terminat cu un cuplaj (23) susținut de cep (18), aflat în legătură cu comutatorul (24) electrooptic. 7

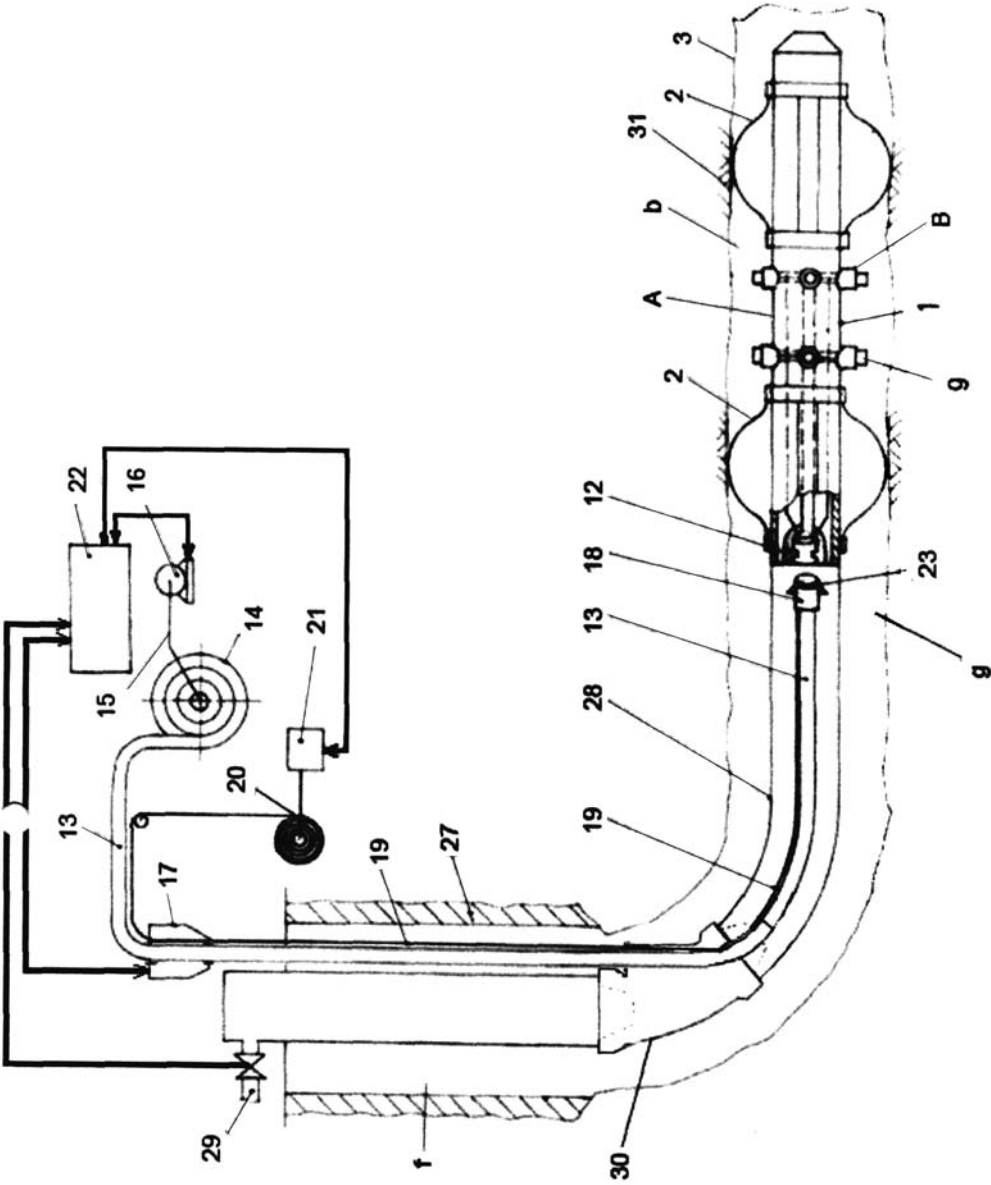


Fig. 1

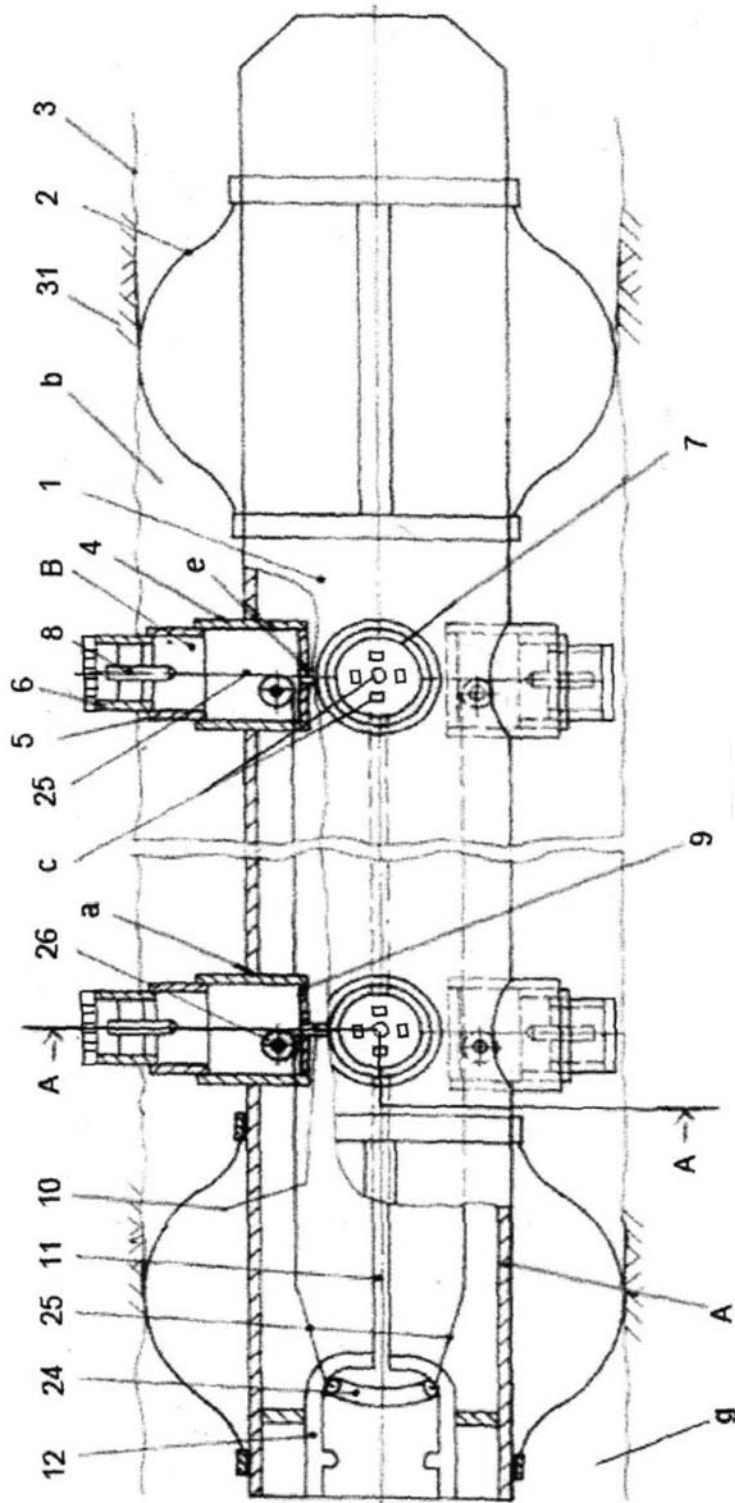


Fig. 2

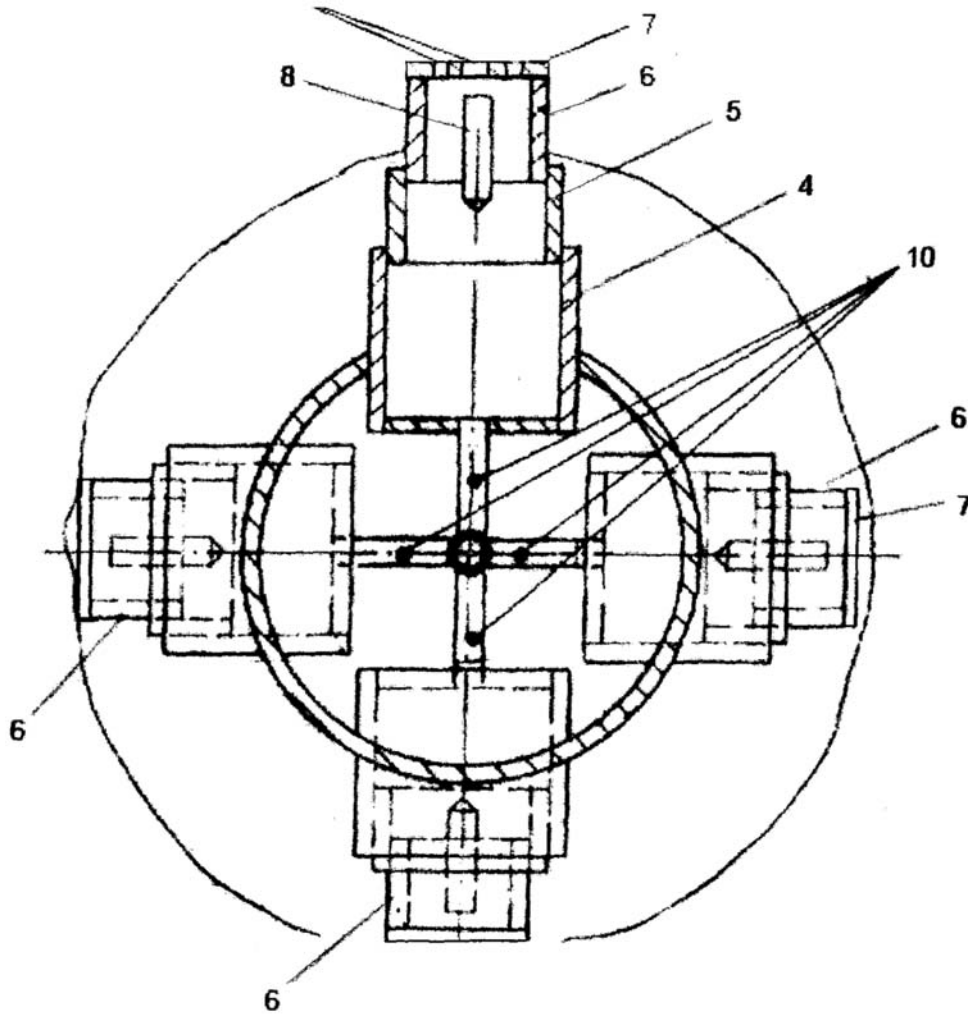


Fig. 3