



(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00561**

(22) Data de depozit: **27.07.2012**

(41) Data publicării cererii:  
**30.04.2013** BOPI nr. **4/2013**

(71) Solicitant:  
• **BECEA GRIGORE, STR. VALEA VIILOR  
NR. 396, SIBIU, SB, RO**

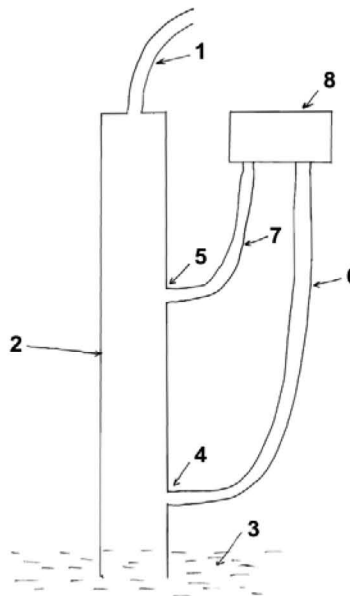
(72) Inventatori:  
• **BECEA GRIGORE, STR. VALEA VIILOR  
NR. 396, SIBIU, SB, RO**

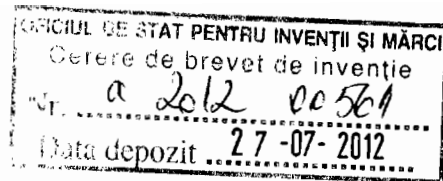
### (54) DISPOZITIV PENTRU MĂSURAREA CVASICONTINUĂ A DENSITĂȚII ȘI A VISCOZITĂȚII

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv pentru măsurarea cvasicontinuă a densității și viscozității unui fluid de forare, în timpul forării unei găuri de sonde. Dispozitivul conform invenției este alcătuit dintr-un tub (1) vertical, deschis la un capăt inferior, care este scufundat într-un fluid (3) de forare, și care este în legătură cu un furtun (2) la partea sa superioară, tubul (1) fiind prevăzut cu două racorduri (4 și 5), inferior și superior, conectate, prin intermediul unor conducte (6 și 7) inferioară și superioară, cu un manometru (8) diferențial, în furtun (2) putând fi realizată o presiune mai mare sau mai mică decât presiunea atmosferică, ce asigură coborârea sau urcarea nivelului de fluid (3) de forare din/în tubul (1) vertical.

Revendicări: 3  
Figuri: 1





## DISPOZITIV PENTRU MĂSURAREA CVASICONTINUĂ A DENSITĂȚII ȘI A VÂSCOZITĂȚII

Invenția se referă la un dispozitiv pentru măsurarea cvasicontinuă a densității și a vâscozității fluidelor folosite în tehnica forajului sondelor, necesar pentru optimizarea tehnicii de săpare, pentru prevenirea accidentele dezastruoase și pentru colectarea și înregistrarea datelor de interes geologic.

Sunt destul de larg utilizați, pentru măsurarea densității fluidelor de foraj, senzori care măsoară diferența de presiune între două membrane separatoare de mediu imersate la adâncimi diferite. Deși simpli, precizia este foarte scăzută din cauza suprapunerii peste presiunea hidrostatică a imprevizibilei presiuni dinamice provocate de turbulența curgerii fluidului sau a agitării lui în scopul omogenizării. Alt dezavantaj este că necesită ca în locul de măsură, adâncimea fluidului să fie de cel puțin 0.5 metri, fără depuneri de detritus și să fie imobil. Condițiile acestea nu pot fi asigurate. Aceleași dezavantaje le găsim și la densimetrele care folosesc ca metodă măsurarea greutatea unui corp imersat. Densimetrele pe bază de forță coriolis sunt nefiababile din cauza detritusului cu dimensiuni centimetrice prezent în fluidul de foraj. Foarte mică răspândire au avut-o dispozitivele care prelevează automat fluid și-l măsoară în condiții de imobilitate, deoarece deși erau foarte precise, fiabilitatea lor nu e suficient de mare din cauza blocării cu detritus sau fluid foarte vâscos a valvelor de acces în incinta de măsură. Nu se folosesc, în mod curent, la forajul sondelor, dispozitive pentru determinarea cvasicontinuă a vâscozității, aceasta făcându-se doar manual. Un element sporit de dificultate, este necesitatea ca aceste dispozitive să funcționeze în zone cu cel mai înalt grad de pericol de explozie.

Problema pe care o rezolvă invenția de față este realizarea unui dispozitiv fiabil și nepericulos, care să poată măsura suficient de rapid și de des densitatea și vâscozitatea fluidului de foraj, în domeniul de interes 0-3 Kilograme pe litru, indiferent de încărcarea lui cu particule de detritus sau hidrocarburi, de viteza și turbulența curgerii sau de caracteristicile geometrice ale jgheaburilor, agitatoarelor sau a rezervoarelor în care acesta se află.

Dispozitivul, conform invenției, funcționează cu o precizie satisfăcătoare prin aceea că, folosind aspirația, se prelevează fluidul într-o incintă de măsură printr-o curgere laminară, care are astfel un aport predictibil al presiunii dinamice la cea hidrostatică. Diferența de presiune hidrostatică între două puncte de măsură aflate în fluid la înălțimi diferite va fi proporțională cu densitatea fluidului, dar în timpul încărcării se adaugă o componentă de presiune dinamică dată de curgere, proporțională doar cu vâscozitatea atunci când viteza este menținută constantă. În timpul descărcării aportul presiunii dinamice este negativ dar egal în modul. Rezolvarea problemelor amintite, date de curgere, se realizează făcând măsurători ale diferenței de presiune în ambele momente, adică în timpul încărcării apoi în timpul descărcării, astfel dispozitivul furnizează datele din care se pot deduce suficient de precis pentru domeniul de

aplicație atât densitatea cât și vâscozitatea fluidului. Densitatea este proporțională cu media celor două citiri iar vâscozitatea cu diferența dintre ele. În soluția adoptată conform invenției, nu sunt necesare valve de închidere a incintei astfel încât fiabilitatea nu are de suferit.

Exemplul de realizare a invenției, descris în continuare, este ilustrat cu figura 1 care reprezintă schema unui asemenea dispozitiv dintr-o vedere laterală. Prin furtunul 1 se aspiră aerul din incinta 2 care aici este un tub, determinând fluidul de foraj 3 să urce până la depășirea racordurilor 4 și 5 prin care este cuplat la tubul 2 manometrul diferențial 8, prin conducta 5 și respectiv prin conducta 6. Celelalte elemente, cum ar fi o pompă de aer adecvată, două electrovalve care să determine aerul să intre sau să iasă în tubul 2 prin furtunul 1, placa de achiziții și sistemul de calcul, deși esențiale în atingerea scopului, fiind azi banale și exterioare invenției, nu au mai fost reprezentate.

Avantajele dispozitivului prezentat sunt că realizează în paralel cu măsurarea densității fluidului și măsurarea vâscozității lui, că elimină influența curgerii turbulente, că nu folosește valve pe circuitul fluidului de foraj, că poate fi montat fără a avea pretenții de adâncimi mari, că este simplu și fiabil fără piese în mișcare deci ușor de montat și întreținut, că poate face o măsurătoare la fiecare cinci secunde, că nu folosește membrane separatoare de mediu deoarece în cadrul ciclului de măsurare, după golire, prin poziția pe care o are manometrul diferențial și prin purjarea cu aer, racordurile se curăță și manometrul rămâne protejat.

## REVEDICĂRI

1. Dispozitiv pentru măsurarea cvasicontinuă a densității și a vâscozității fluidelor, care prin aspirarea sau suflarea aerului din incinta 2 prin furtunul 1 se încarcă și se descarcă cu fluidul de măsurat 3, caracterizat prin aceea că prin ciclul menționat, permite calculul parametrilor pomeniți, prin determinări la momente diferite a diferenței de presiune folosind manometrul diferențial 8, între două puncte diferite din fluid date de poziționările racordurilor 4 și 5, în timpul încărcării cu fluid a incintei de masură și în timpul golirii ei.

2. Dispozitiv conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că nu are valvă de închidere a fluidului în incintă.

3. Dispozitiv conform revendicărilor 1 și 2, caracterizat prin aceea că nu are membrane separatoare de mediu pentru protecția manometrului diferențial.

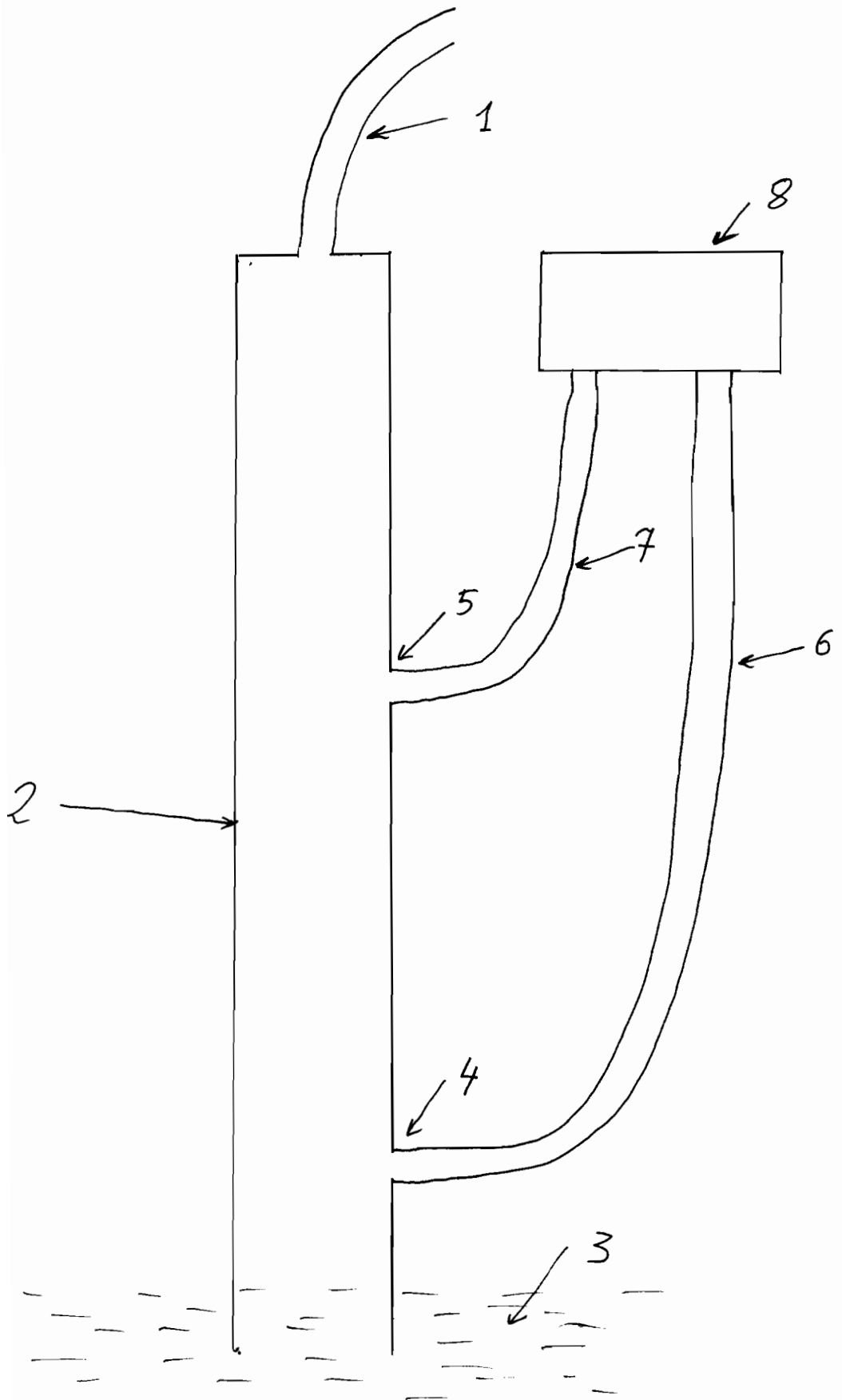


figura 1

24-01-2013

**DISPOZITIV PENTRU MĂSURAREA CVASICONTINUĂ A DENSITĂȚII ȘI A VÂSCOZITĂȚII**

Invenția se referă la un dispozitiv pentru măsurarea cvasicontinuă a densității și a vâscozității fluidelor folosite în tehnica forajului sondelor, necesar pentru optimizarea tehnicii de săpare, pentru prevenirea accidentelor dezastruoase și pentru colectarea și înregistrarea datelor de interes geologic.

Sunt destul de larg utilizați, pentru măsurarea densității fluidelor de foraj, senzori care măsoară diferența de presiune între două membrane separatoare de mediu imersate la adâncimi diferite. Deși simpli, precizia este foarte scăzută din cauza suprapunerii peste presiunea hidrostatică a imprevizibilei presiuni dinamice provocate de turbulența curgerii fluidului sau a agitării lui în scopul omogenizării. Agitatoarele rotative din rezervoarele în care este ținut fluidul de foraj determină puternici curenți care se schimbă mereu în funcție de nivel, vâscozitate și depuneri de detritus. Alt dezavantaj este că necesită ca în locul de măsură, adâncimea fluidului să fie de cel puțin 0,5 metri, fără depuneri de detritus și să fie imobil. Condițiile reale din instalațiile de foraj sunt foarte departe de cerințele acestor senzori. Aceleași dezavantaje le găsim și la densimetrele care folosesc ca metodă măsurarea greutății unui corp imersat. Orice încercare de protejare față de curenții de fluid provoacă în zona liniștită, nedorite depuneri de detritus sau coagulări ale fluidului de foraj. Densimetrele pe bază de forță Coriolis sunt scumpe și nefiababile din cauza detritusului cu dimensiuni centimetrice prezent în fluidul de foraj. Foarte mică răspândire au avut-o dispozitivele care prelevează automat fluid și-i măsoară greutatea în condiții de imobilitate, deoarece, deși erau foarte precise, fiabilitatea lor nu e suficient de mare din cauza blocării cu detritus sau fluid foarte vâscos a valvelor de acces în incinta de măsură. Nu se folosesc, în mod curent, la forajul găurilor de sondă, dispozitive pentru determinarea cvasicontinuă a vâscozității, aceasta făcându-se doar manual. Un element sporit de dificultate, este necesitatea ca aceste dispozitive să funcționeze în zone cu cel mai înalt grad de pericol de explozie deoarece, deseori din fluid se degajă mari cantități de hidrocarburi gazoase. Brevetul RO122609 B1 se referă conform titlului la un „Aparat pentru determinarea densității, concentrației și viscozității soluțiilor în regim industrial” care nu poate fi folosit în acest domeniu tocmai din cauza dificultăților menționate anterior: greutatea imersată este afectată de curenții haotici ai fluidului din rezervor, de vâscozitatea foarte mare, de nivelul variabil. Valva de acces și capilara se înfundă cu detritus. Densitatea fluidului care iese din gaura de sondă este un parametru important. Nu există la nici o instalație de foraj un loc convenabil, suficient de adânc, liniștit și curat unde să se monteze astfel de senzori pentru a măsura densitatea fluidului la ieșirea din gaură.

Problema pe care o rezolvă invenția de față este realizarea unui dispozitiv fiabil și apt să lucreze în mediul cu pericol de explozie, care să poată măsura suficient de rapid și de des densitatea și vâscozitatea fluidului de foraj, în domeniul de interes 0-3 kilograme pe litru, indiferent de încărcarea lui cu particule de detritus sau hidrocarburi, de viteza și turbulența curgerii sau de caracteristicile geometrice ale jgheaburilor, agitatoarelor sau a rezervoarelor în care acesta se află și indiferent de variațiile de nivel al fluidului.

Dispozitivul, conform invenției, funcționează cu o precizie satisfăcătoare prin aceea că, folosind aspirația, se prelevează fluidul într-o incintă de măsură, preferabil tub, cu diametrul suficient de mare ca să se evite înfundarea cu detritus sau fluid foarte vâscos. Curgerea în tub se menține constantă și laminară, aducând astfel un spor predictibil al presiunii dinamice la cea hidrostatică. Diferența de presiune hidrostatică între două puncte de măsură aflate în fluid la înălțimi diferite va fi proporțională cu densitatea fluidului, dar în timpul încărcării se mai adaugă și o componentă de presiune dinamică dată de curgere, proporțională doar cu vâscozitatea atunci când viteza este menținută constantă. În timpul



descărcării aportul presiunii dinamice este negativ dar viteza fiind aceeași, este egal în modul. Rezolvarea problemelor amintite, date de curgere, se realizează făcând măsurători ale diferenței de presiune în ambele momente, adică în timpul încărcării, apoi în timpul descărcării, astfel dispozitivul furnizează datele din care se pot deduce suficient de precis pentru domeniul de aplicație atât densitatea cât și vâscozitatea fluidului. Densitatea este proporțională cu media celor două citiri iar vâscozitatea cu diferența dintre ele. În soluția adoptată conform invenției, nu sunt necesare valve de închidere a incintei astfel încât fiabilitatea nu are de suferit. Orice influențe exterioare tubului, care rămâne deschis în partea inferioară, se vor transmite egal ca presiune spre ambele puncte de măsură, presiunea diferențială rămânând deci neafectată. De asemenea, dispozitivul, prin dispunerea manometrului diferențial la partea superioară a tubului, asigură la sfârșitul ciclului o curățare a racordurilor de măsură astfel încât nu mai sunt strict necesare membranele separatoare de mediu.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- Se poate măsura densitatea și vâscozitatea și din rezervoarele cu agitatoare în funcțiune.
- Nu este neapărat necesară o imersie mare a dispozitivului în fluid. Dacă gradul de protecție al manometrului permite, dispozitivul funcționează fără modificări și complet scufundat, dar de obicei sunt suficienți doar 4 sau 5 centimetri de imersie a tubului în fluid.
- Poate fi utilizat și pentru fluidul care curge rapid pe jgheburile sau prin conductele de derivație ale instalației de foraj putând fi montat într-o mare varietate de moduri.
- Deoarece nu utilizează valve în fluidul de foraj, nu se înfundă cu detritus sau dopuri de fluid foarte vâscos.
- Folosindu-se un manometru diferențial traductor adecvat, dispozitivul poate să fie utilizat în zone cu pericol de explozie deoarece toate elementele potențial declanșatoare de deflagrații cum ar fi valve, pompe de aer, computer, sunt dispuse departe, în locurile considerate sigure.
- Conectare simplă și sigură a dispozitivului cu elementele sale: un cablu cu două fire pentru manometrul diferențial traductor și un furtun de aer sunt suficiente. Poate fi astfel comandat de la zeci de metri distanță.
- Operabil în foarte diverse condiții meteorologice, e ușor de montat și întreținerea lui este ușoară, neavând piese în mișcare.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a dispozitivului conform invenției, cu referire la **figurile 1-3**, care reprezintă:

- **fig. 1**, o vedere laterală a dispozitivului pentru măsurarea cvasicontinuă a densității și vâscozității;
- **fig. 2**, schema de principiu a dispozitivului;
- **fig. 3**, graficul variației în timp a presiunii diferențiale în cadrul unui ciclu de măsură.

Dispozitivul, conform invenției se compune dintr-un tub (1) metalic, vertical cu diametrul interior de 30 milimetri și înălțimea de 1,5 metri, deschis în partea inferioară care se imersează în fluidul (2) de foraj. În partea superioară este prevăzut cu un racord (3) cu diametrul interior de 10 milimetri pentru admisie și evacuare aer. Racordul (4) lateral și racordul (5) lateral asigură conectarea manometrului (6) diferențial prin intermediul conductei (7), respectiv prin conducta (8). Distanța dintre racorduri este de 50 centimetri. Racordul inferior se află la 25 centimetri înălțime de capătul deschis al tubului. Și diametrul interior al acestor racorduri este tot de 10 milimetri. Manometrul diferențial, cu domeniul de măsură de la zero la 100 milibar este solidar cu capătul superior al tubului prin intermediul piesei (9) de fixare. Întreg ansamblul este rigidizat la o poziție convenabilă, neajustabilă prin sistemul

(10) de piese și șuruburile (11) de peretele (12) lateral al jgheabului de curgere sau al rezervorului. O pompă (13) de aer care asigură o presiune la aspirare de 0,5 atmosfere sub cea atmosferică și o presiune la refulare de 0,5 atmosfere peste cea atmosferică, cu debitul de 30 litri pe minut, este conectată prin intermediul valvelor (14) și (15) cu trei căi și două poziții și prin furtunul (16) care are diametrul interior de 6 milimetri și lungimea de 50 metri astfel încât să poată determina aspirarea sau refularea. Pe același traseu de 50 metri, se fixează și cablul (17) bifilar conectat la unitatea (18) de achiziție și comandă prin care se face alimentarea cu energie electrică a traductorului încorporat în manometrul diferențial și se recepționează semnalul de 4-20 miliamperi. Furtunul și cablul asigură prin lungimea lor legătura între elementele dispozitivului aflate în interior, într-o încăpere, nereprezentată în desen, care le protejează de ploaie, departe de zona periculoasă, și, elementele exterioare supuse intemperii și aflate în mediul cu pericol de explozie. Prin cablurile bifilare (19) și (20) se comandă acționarea electrică a valvelor.

Pornim în descrierea funcționării dispozitivului de la starea în care tubul (1) este plin cu aer. De asemenea conductele (7) și (8) care fac legătura spre manometrul (6) sunt pline cu aer. Ciclul de măsură este inițiat de unitatea (18) de achiziție și comandă prin deschiderea valvei (14). Pompa (13) care funcționează continuu va începe să aspire aerul din tubul (1) și ca urmare nivelul fluidului (2) de foraj va începe să urce. Din cauza densității neglijabile pe care o are aerul, presiunea diferențială măsurată va fi practic egală cu zero până când fluidul (2) de foraj ajunge la nivelul racordului (4). Intervalul de timp până la atingerea racordului (4) lateral inferior corespunde, pe graficul din fig. 3, dreptei orizontale de la punctul (a) la punctul (b). Prin aspirare, nivelul fluidului urcă în continuare și, presiunea hidrostatică în dreptul racordului (4) începe să crească. Aerul rămas captiv în conducta (8) transmite această presiune hidrostatică manometrului (6) diferențial și se obține porțiunea dintre punctele (b) și (c) de pe grafic. După ce nivelul fluidului (2) de foraj depășește și racordul (5) lateral superior, diferența de presiune între cele două racorduri se menține constantă chiar dacă nivelul fluidului continuă să urce. Diferența de presiune  $\Delta P_s$  între cele două racorduri laterale va fi în regim static:

$$\Delta P_s = \rho \cdot g \cdot h \quad (1)$$

unde:

- $\rho$  este densitatea fluidului,
- $g$  este constanta accelerației gravitaționale iar
- $h$  este distanța pe verticală între cele două racorduri verticale.

Faptul că tubul (1) este deschis la partea inferioară nu are nicio influență în relația (1), nefiind necesară deci o valvă pentru fluidul de foraj. O astfel de valvă ar reduce catastrofal fiabilitatea.

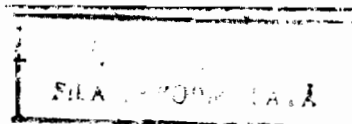
Datorită mișcării ascensionale a fluidului prin tub, apare și o presiune suplimentară datorată curgerii vâscoase. Diferența de presiune dinamică  $\Delta P_d$ , pentru cazul curgerii laminare este conform formulei Darcy-Weissbach:

$$\Delta P_d = \lambda \cdot v_m^2 \cdot \rho \cdot h / 2 \cdot D \quad (2)$$

unde:

- $v_m$  este viteza medie,
- $D$  este diametrul interior al tubului iar
- $\lambda$  este coeficientul de rezistență hidraulică:

$$\lambda = 64 / Re \quad (3)$$



Re este Numărul Reynolds care se calculează după formula:

$$Re = v_m \cdot D \cdot \rho / \eta \tag{4}$$

Cumulând (4), (3) și (2) rezultă:

$$\Delta P_d = (32 \cdot v_m \cdot h / D^2) \cdot \eta = K \cdot \eta \tag{5}$$

unde termenii dintre paranteze pot fi grupați într-o constantă  $K$  ce definește dispozitivul.

Manometrul diferențial va măsura o diferență de presiune pe timpul încărcării  $\Delta P_i$  corespunzătoare platoului dintre punctele (c) și (d) de pe grafic care rezultă din însumarea celor două componente, statică, respectiv dinamică:

$$\Delta P_i = \Delta P_s + \Delta P_d = \rho \cdot g \cdot h + K \cdot \eta \tag{6}$$

La un moment de timp convenabil ales, unitatea (18) de achiziție și comandă, prin închiderea valvei (14) și deschiderea valvei (15) face ca pompa (13) să împingă aer în racordul (3) al tubului (1) determinând inversarea curgerii. Pentru tot timpul când nivelul fluidului, deși în scădere, este totuși deasupra ambelor racorduri laterale, se va menține aceeași diferență de presiune statică dată de relația (1). Diferența de presiune dinamică  $\Delta P_d$  va fi însă de data aceasta cu semnul schimbat datorită inversării sensului de curgere. În relația (5), factorul  $v_m$  intervine cu semnul minus. Atunci, diferența de presiune pe timpul descărcării  $\Delta P_d$  va fi:

$$\Delta P_d = \rho \cdot g \cdot h - K \cdot \eta \tag{7}$$

Acest lucru se poate remarca prin platoul mai scăzut, dintre punctele (d) și (e) de pe grafic. După ce nivelul fluidului din tubul (1) coboară sub racordul (5) lateral superior, diferența de presiune măsurată de manometrul (6) diferențial scade pe măsura golirii, înregistrându-se porțiunea dintre punctele (e) și (f) de pe grafic, ajungând să fie practic zero după ce fluidul coboară și sub racordul lateral inferior, porțiunea dintre punctele (f) și (g). Unitatea (18) de achiziție și comandă prelungeste descărcarea pentru ca excesul de aer din tub să evacueze în mod sigur tot fluidul și, prin barbotare, să curețe zona de imersie. În acest exemplu de realizare a invenției, ciclul durează 50 de secunde. Din expresiile (6) și (7) observăm că:

$$\Delta P_i + \Delta P_d = \rho \cdot g \cdot h + K \cdot \eta + \rho \cdot g \cdot h - K \cdot \eta = 2 \cdot \rho \cdot g \cdot h \tag{8}$$

$$\Delta P_i - \Delta P_d = \rho \cdot g \cdot h + K \cdot \eta - \rho \cdot g \cdot h + K \cdot \eta = 2 \cdot K \cdot \eta \tag{9}$$

Deci, ajungem ca din măsurarea la momente prielnice alese a diferenței de presiune  $\Delta P_i$  din timpul încărcării cu fluid a tubului (1) și a diferenței de presiune  $\Delta P_d$  din timpul descărcării să putem deduce mărimile care ne interesează.

Din (8) rezultă densitatea  $\rho$  a fluidului:

$$\rho = (\Delta P_i + \Delta P_d) / 2 \cdot g \cdot h \tag{10}$$

Din (9) rezultă vâscozitatea dinamică a fluidului:

$$\eta = (\Delta P_i - \Delta P_d) / 2 \cdot K \tag{11}$$

Din cauza comprimării diferite, pe timpul măsurătorilor, a aerului captiv din conductele (7) și (8) și deci a pătrunderii parțiale a fluidului, relațiile (10) și (11) sunt un pic alterate prin mutarea în sus a punctelor de prelevare a presiunii din racordurile laterale și se impune pentru precizii mari efectuarea calibrărilor. Pentru densitate se poate folosi, în cele mai multe cazuri, calibrarea în două puncte: aer și



24-01-2013

apă distilată. Astfel s-a obținut o abatere pătratică medie de 0,0016 kilograme pe litru la o medie a densității de 1,59 kilograme pe litru, reprezentând circa 0,1%. Liniaritatea nu a fost cercetată, dar o liniarizare sporită și un domeniu larg se obține, dacă este nevoie, printr-o calibrare tabelară facilitată de prezența unității de comandă și achiziție sau prin luarea în calcul a efectelor de comprimare a aerului în conducte. De asemenea, pentru aplicații foarte pretențioase, dacă cel puțin 10% din lungimea conductelor (7) și (8), partea lor de lângă racorduri este condusă orizontal, liniaritatea crește considerabil dar apare pericolul înfundării. Vâscozitatea s-a determinat prin calibrare cu apă distilată și cu un fluid cu vâscozitatea exprimată în secunde, determinată cu pâlnia Marsh. Abaterea pătratică medie obținută a fost de circa 3 secunde, însemnând circa 10% din citire.

24-01-2013

**REVENDICĂRI**

1. Dispozitiv pentru măsurarea cvasicontinuă a densității și a vâscozității fluidelor, care prin aspirarea sau suflarea aerului din tubul (1), imersat în fluidul (2) de foraj prin racordul (3) se încarcă și se descarcă cu fluidul de măsurat, **caracterizat prin aceea că** printr-un ciclu automat, permite calculul parametrilor pomeniți, din determinări multiple, în timpul încărcării și apoi în timpul descărcării, a diferenței de presiune, între două puncte aflate la înălțimi diferite în fluid, determinate de poziționările racordurilor (4) și (5), folosind manometrul (6) diferențial.
2. Dispozitiv conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** nu are valvă de închidere a fluidului în incintă.
3. Dispozitiv conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că** nu are membrane separatoare de mediu pentru protecția manometrului diferențial.



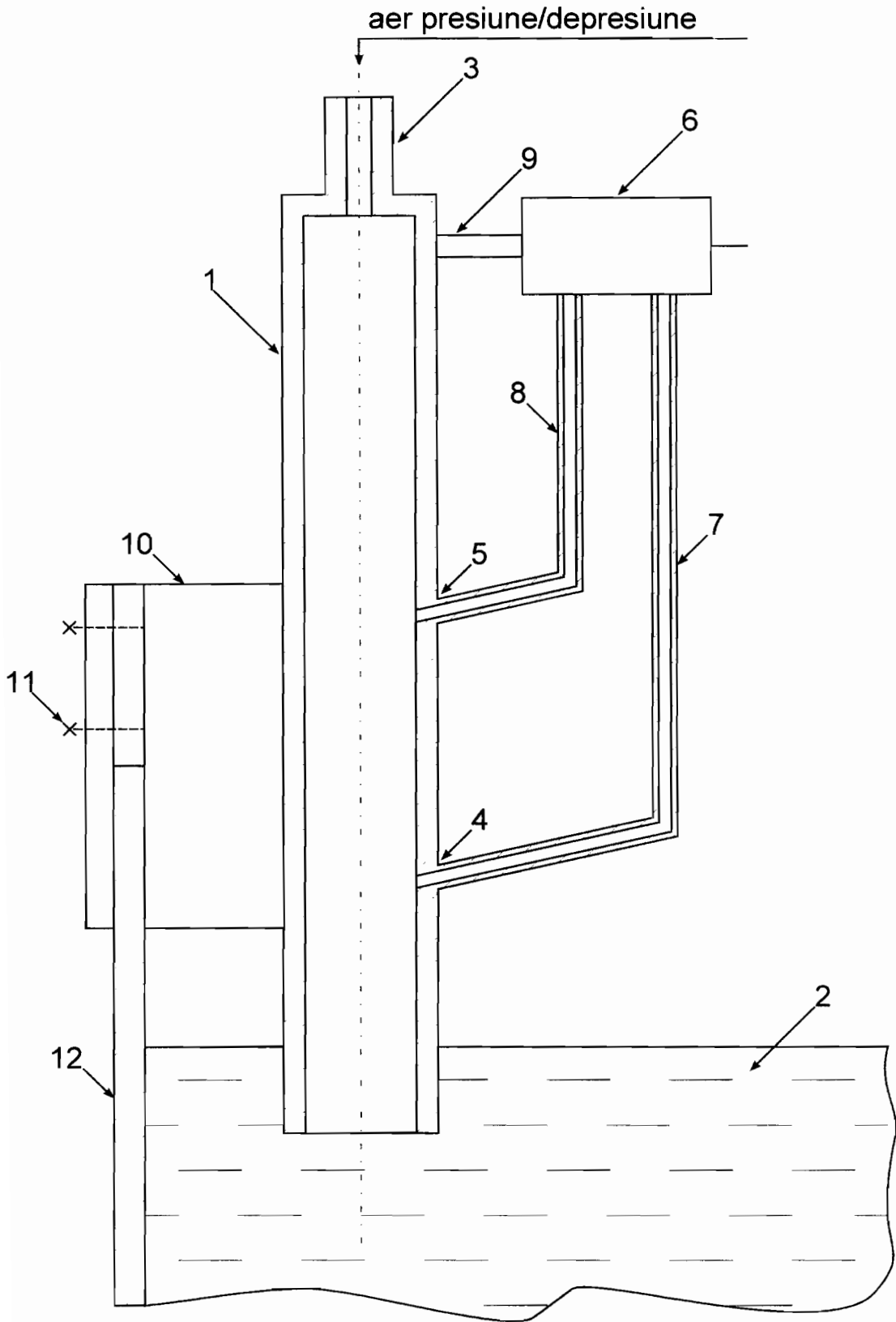


Figura 1

*Gy*

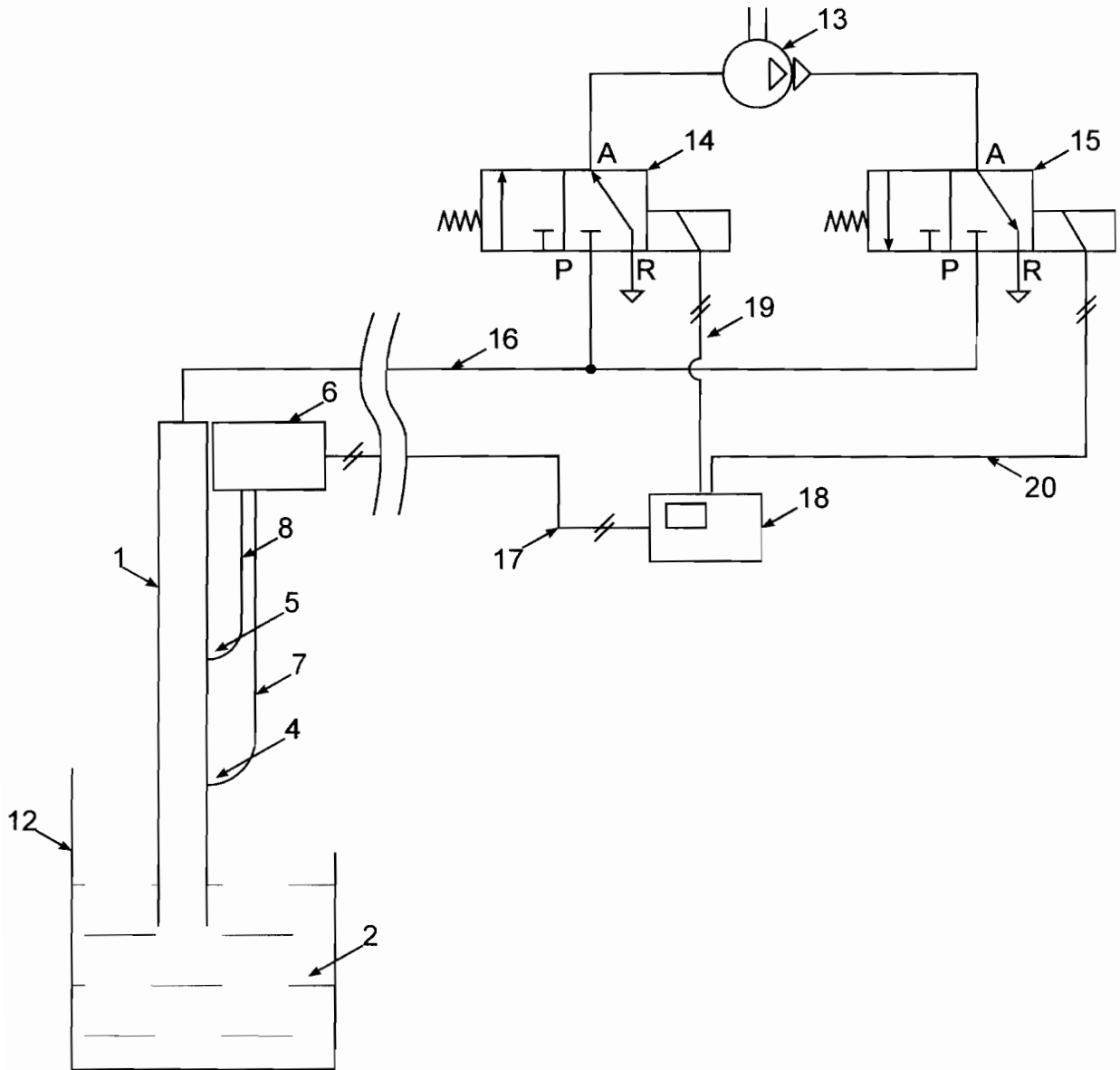


Figura 2

*Guigone Ber*

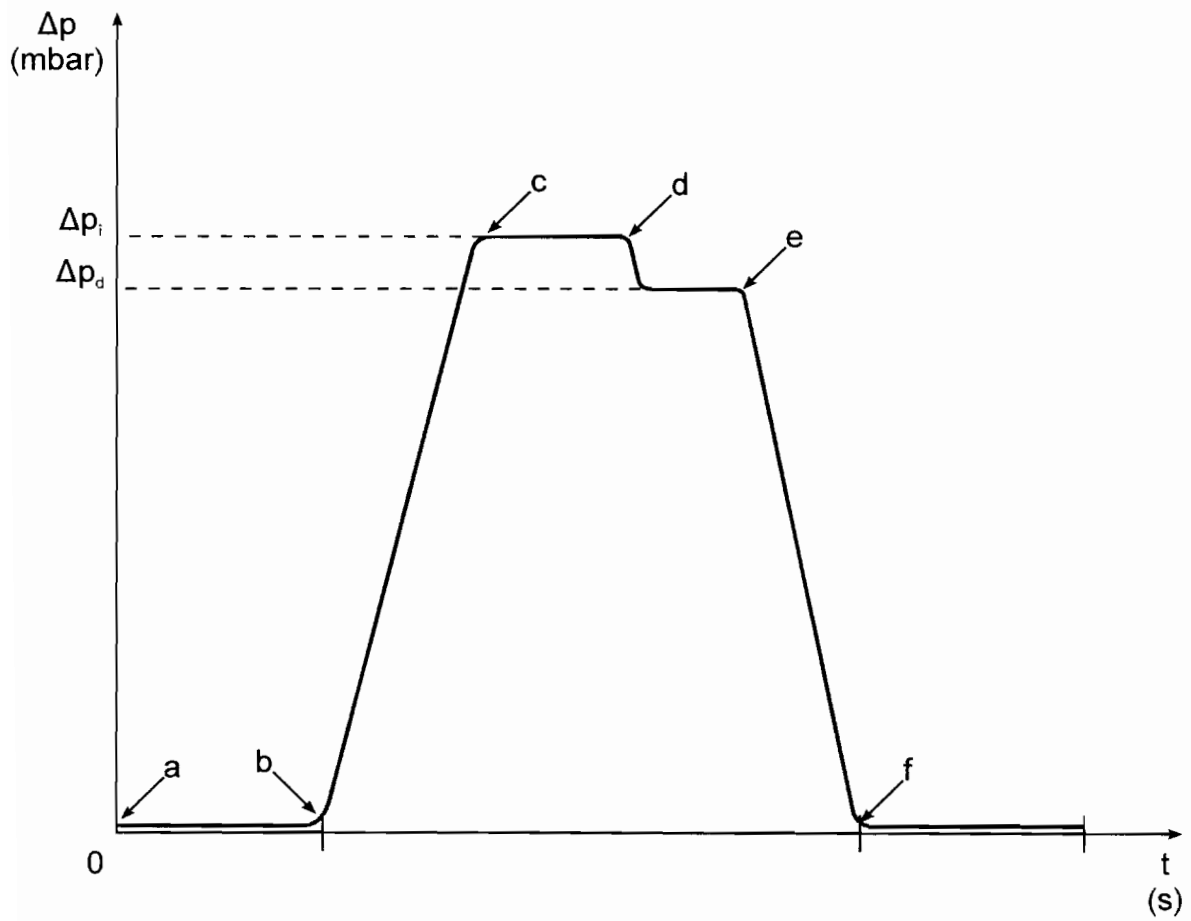


Figura 3

*Eng. Ben*