(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 441235 A1**

(12) # Opis zgłoszeniowy wynalazku
(z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: **441235**
(22) Data zgłoszenia: **2022.05.20**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.11.27 BUP 48/2023**

(51) MKP:
G01N 21/65 *(2006.01)*
E21B 47/00 *(2012.01)*
E21B 47/12 *(2012.01)*
E21B 47/017 *(2012.01)*

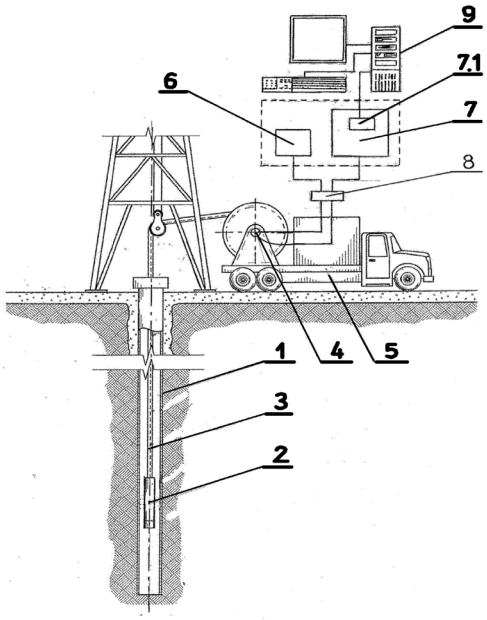
(71) Zgłaszający:
POLSKI KONCERN NAFTOWY ORLEN SPÓŁKA AKCYJNA, Płock, PL
LOTOS PETROBALTIC SPÓŁKA AKCYJNA, Gdańsk, PL
ORLEN UPSTREAM SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Warszawa, PL
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE, Kraków, PL
INSTYTUT NAFTY I GAZU - PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY, Kraków, PL
POLITECHNIKA WARSZAWSKA, Warszawa, PL

(72) Twórca(-y):
JAN BARBACKI, Kraków, PL
KAROL DĄBROWSKI, Kraków, PL
SZYMON KUCZYŃSKI, Kraków, PL
STANISŁAW NAGY, Kraków, PL
RAFAŁ SMULSKI, Kraków, PL
TOMASZ WŁODEK, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Robert Klisowski, Kraków, PL

(54) Tytuł:
Urządzenie do wyznaczania składu gazu ziemnego w otworze wiertniczym, w warunkach in situ

(57) Skrót opisu:
Przedmiotem zgłoszenia jest urządzenie, które stosowane jest w procesach pozyskiwania i eksploatacji złóż gazu ziemnego, odzysku metanu z pokładów węgla głównie w celach ekonomicznej oceny opłacalności wydobycia. Zawiera samochód pomiarowy (5) z wyciągarką (4) kabla karotażowego (3) połączonego na końcu z sondą pomiarową (2), laser diodowy (6) i spektrometr Ramana (7) połączony z oprogramowanym komputerem (9) i nośnikiem pamięci. Istota zgłoszenia polega na tym, że laser diodowy (6) i spektrometr Ramana (7) z detektorem (7.1) zabudowane są w samochodzie pomiarowym (5), a kabel karotażowy (3) o budowie koncentrycznej ma oplot stalowy i co najmniej dwa włókna światłowodowe usytuowane w jego osi i łączące optyczną głowicę sondy Ramana odpowiednio z laserem diodowym (6) i spektrometrem Ramana (7). Laser diodowy (6) korzystnie jest laserem argonowym emitującym promieniowanie o długości fali większej od 700 nm, oraz ma wbudowany system stabilizacji temperatury. Kabel karotażowy (3) - na długości sondy pomiarowej (2) i przed punktem połączenia włókien światłowodowych z głowicą sondy Ramana - jest pozbawiony oplotu stalowego i oplotu z włókien miedzianych, a na stalowym pancerzu chroniącym włókna światłowodowe są luźno nawleczone obciążniki wykonane z materiałów o różnych gęstościach oraz ciężarze łącznym równoważącym parcie ciśnienia dennego w otworze wiertniczym (1).



PL 441235 A1

Urządzenie do wyznaczania składu gazu ziemnego w otworze wiertniczym, w warunkach „in situ”

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do wyznaczania składu gazu ziemnego w otworze wiertniczym w warunkach „in situ”. Urządzenie stosowane jest w procesach pozyskiwania i eksploatacji złóż gazu ziemnego, odzysku metanu z pokładów węgla, głównie w celach ekonomicznej oceny opłacalności wydobycia.

W znanych urządzeniach przeznaczonych do analizy gazu bezgazolinowego bezpośrednio w otworze wiertniczym – czyli bez konieczności pobierania próbek gazu do analizy w laboratorium - wykorzystywana jest falowa spektroskopia oscylacyjna Ramana, nieelastycznego rozpraszania fotonów przez badaną substancję płynną naświetlaną światłem lasera. Analiza polega na komputerowym porównaniu widma częstotliwości rozproszonego promieniowania ramanowskiego z wzorcowym, charakterystycznym widmem dla danego wiązania chemicznego – i porównaniu częstotliwości i amplitud, które są proporcjonalne do stężenia, gęstości molowej danego pierwiastka w gazie ziemnym przy zadanym ciśnieniu i temperaturze.

Znane z opisu wynalazku US10,088,422B2 urządzenie do analizy gazu ziemnego posiada sondę pomiarową której głowica zawieszona jest na dolnym końcu wielożyłowego kabla karotażowego i przez wyciągarkę powierzchniową opuszczana do otworu wiertniczego. W przedstawionych na Fig.3A i 3B sondach pomiarowych zabudowany moduł optyczny pomiaru spektroskopii Ramana zawiera: laser diodowy jako źródło promieniowania elektromagnetycznego wzbudzającego, zespół optyki skupiającej promieniowanie lasera, zespół zbiorczy promieniowania rozproszenia oraz detektor światła rozproszenia Ramana. Oba wymienione zespoły optyczne zawierają zwierciadła i soczewki kierujące promieniowania odpowiednio na próbkę gazu i do detektora optycznego. Sygnał optyczny detektora przetworzony na elektryczny w dekoderze przesyłany jest kablem

karotażowym na powierzchnię do układu przetwarzania i analizy z wykorzystaniem programowalnego procesora komputerowego. Ponad to, sonda zawiera usytuowane powyżej głowicy : moduł mocy zasilania lasera i dekodera oraz moduł wzmacniający sygnał dekodera. W rozwiązaniu takim elementy elektroniczne sondy pomiarowej, które są wrażliwe na temperaturę – która na dużych głębokościach odwiertu rzędu 2000 m osiągać może nawet wartości bliskie 100°C - mogą istotnie zniekształcać wyniki analizy.

Niniejszy wynalazek rozwiązuje problem techniczny zwiększenia dokładności pomiaru i wyznaczania składu chemicznego gazu ziemnego w głębokich odwiertach, przy wyższych temperaturach gazu osiągających 100°C i ciśnieniach do 25 MPa.

Urządzenie według niniejszego wynalazku zawiera znane zespoły: samochód pomiarowy z wyciągarką kabla karotażowego, sondę pomiarową zamocowaną na końcu kabla i opuszczaną przez wyciągarkę do otworu wiertniczego, laser diodowy, spektrometr Ramana połączony z programowalnym procesorem komputerowym i nośnikiem pamięci. Istota wynalazku polega na tym, że laser diodowy i spektrometr ramanowski z detektorem zabudowane są w samochodzie pomiarowym, a kabel karotażowy o budowie koncentrycznej ma oplot stalowy i co najmniej dwa włókna światłowodowe usytuowane w jego osi i łączące optyczną głowicę sondy Ramana odpowiednio z laserem diodowym i spektrometrem Ramana. W sondę pomiarową wbudowane są tylko zespół optyki skupiającej promieniowanie wzbudzające wychodzące ze światłowodu i zespół optyki zbiorczej promieniowania rozproszonego na próbce gazu, które zwrotnie trafia do światłowodu.

Korzystnym jest wykonanie urządzenia z laserem argonowym, który emituje przez włokno światłowodowe promieniowania wzbudzającego promieniowanie o długości fali większej od 700 nm, oraz który ma wbudowany system stabilizacji temperatury. Celem takiego

rozwiązania jest minimalizacja atenuacji wiązki w światłowodzie i zmniejszenie sygnału fluoroscencyjnego wysyłanego od mierzonej próbki.

W sondę pomiarową korzystnie wbudowane są również czujniki temperatury i ciśnienia gazu, z których sygnały przesyłane są dodatkowymi przewodami wbudowanymi w kabel karotażowy.

Korzystnym jest również gdy kabel karotażowy na długości sondy pomiarowej i przed punktem połączenia włókiem światłowodowych z głowicą sondy Ramana pozbawiony jest oplotu stalowego i oplotu z włókien miedzianych, a na stalowym pancerzu chroniącym włókna światłowodowe ma luźno nawleczone obciążniki wykonane z materiałów o różnych gęstościach oraz ciężarze równoważącym parcie ciśnienia dennego w otworze wiertniczym. Rozwiązanie takie ma na celu wyeliminowanie błędów związanych z naprężaniem włókien światłowodowych.

Urządzenie według wynalazku zostanie w pełni wyjaśnione na podstawie opisu przykładowego wykonania pokazanego na rysunku, którego Fig.1 przedstawia schemat ogólny urządzenia, Fig.2 - przekrój poprzeczny przez kabel karotażowy, Fig.3a - schemat zestawu elementów sondy pomiarowej., Fig.3b przedstawia zestaw nawleczony na kabel karotażowy w przekroju osiowym, Fig.3c - zestaw elementów w widoku, Fig.3d - widok z boku sondy, natomiast na Fig.4 uwidoczniono schemat strefy połączenia głowicy sondy Ramona z obudową, według szczegółu „S" z Fig.3d.

Urządzenie według wynalazku zastosowane zostało w celu uzasadnienia decyzji o opłacalności podjęcia eksploatacji gazu ziemnego z wybranej formacji geologicznej. W otwór wiertniczy **1** wykonany na głębokość 1800 m występowania skał nasyconych gazem ziemnym o nieznanym składzie chemicznym i ciśnieniu, opuszczona zostaje sonda pomiarowa **2,** zawieszona na kablu karotażowym **3** przewiniętym przez bęben wyciągarki **4** zabudowanej na samochodzie pomiarowym **5**. W nadwoziu samochodu pomiarowego **5** zabudowane są: laser diodowy **6**

argonowy, emitujący promieniowanie wzbudzenia o długości fali 785 nm, polowy spektrometr Ramana **7** z detektorem **7.1** oraz układ przetwarzania i analizy widm z oprogramowanym procesorem komputera **9**. Laser **6** wyposażony w system stabilizacji temperatury i spektrometr Ramana **7** połączone są przez zwrotnicę sygnałów **8** kablem karotażowym **3** z sondą pomiarową **2.** Sonda pomiarowa **2** stanowi zestaw złożony z kolejno usytuowanych od góry: głowicy kabla **2.1**, obciążnika ołowianego **2.2**, obciążnika stalowego **2,3**, obciążnika wolframowego **2.4**, łącznika **2.5**, obudowy sondy Ramana **2.6** i głowicy sondy Ramana **2.7**. Wszystkie wymienione elementy zestawu sondy pomiarowej **2** do głowicy sondy Ramana **2.7** mają współosiowe otwory przez które doprowadzony jest kabel karotażowy **3.** Pełni on pełni funkcje cięgna obciążonego osiowo przez sondę pomiarową **2**, a jednocześnie jest przewodem akwizycji danych optycznego pomiaru właściwości gazu ziemnego. W koncentrycznym układzie zawiera kolejno od zewnątrz do środka: dwuwarstwowy oplot stalowy **3.1** wzmacniający wytrzymałość na rozciąganie cięgna, izolację teflonową **3.2**, oplot z włókien miedzianych **3.3**, stalowy pancerz **3.4** o średnicy 1,25 mm wypełniony żelem **3.5** zabezpieczającymi przed uszkodzeniem centralnie usytuowane cztery włókna światłowodowe wielodomowe. Jedno o średnicy 50 μm stanowi włókno światłowodowe promieniowania wzbudzenia **3.6a** a drugie o średnicy 62,5 μm o tłumieniu 0,2 dB/km włókno światłowodowe promieniowania rozproszenia **3.6b**. W sondę pomiarową **2** na ściance drugiego obciążnika ołowianego **2.2** wbudowane są - nie uwidocznione na rysunku - czujniki temperatury i ciśnienia, których sygnały przesyłane są pozostałymi dwoma włóknami światłowodowymi **3.8** kabla karotażowego **3** do spektrometru Ramana **7** i komputera **9.** W głowicy sondy Ramana **2.7** wbudowane są tylko elementy optyczne zespołu optyki skupiającej promieniowanie wzbudzające lasera diodowego **6** emitowane z dolnego końca włókna światłowodowego promieniowania wzbudzenia **3.6a** oraz zespołu optyki zbiorczej promieniowania rozproszonego na próbce gazu - zwrotnie włóknem

światłowodowym promieniowania rozproszenia **3.6b** doprowadzone do spektrometru Ramana **7** w samochodzie pomiarowym **5**.

Montaż sondy pomiarowej **2** rozpoczyna czynność usunięcia na długości 12 m od dolnego końca kabla karotażowego **3** części oplotu stalowego **3.1** z pozostawieniem 10 włókien oplotu które podłącza się do głowicy kabla **2.1**, na tym odcinku usuwa się również izolację teflonową **3.2** i oplot z włókien miedzianych **3.3** z pozostawieniem pancerza stalowego **3.4** okalającego cztery włókna światłowodowe. Połączenie włókien światłowodowych **3.6a** i **3.6b** kabla karotażowego **3** z włóknami głowicy sondy Ramana **2.7** wykonane jest przez złącza **3.7** typu FC/FC. Sygnały pomiarowe przesłane do spektrometru Ramana **7** przez włókna światłowodowe **3.6b** i **3.8** są przetwarzane w komputerze **9,** którego oprogramowanie realizuje algorytm numeryczny pozwalający na obliczanie ułamków molarnych składu płynu złożowego w odwiercie, węglowodoru lekkiego: CH_3, OH, CC, HS i CO. Urządzenie rejestruje dane w czasie rzeczywistym na różnych głębokościach odwiertu.

Wykaz oznaczeń na rysunku

1. Otwór wiertniczy
2. Sonda pomiarowa
   - 2.1 Głowica kabla
   - 2.2 Obciążnik ołowiany
   - 2.3 Obciążnik stalowy
   - 2.4 Obciążnik wolframowy
   - 2.5 Łącznik
   - 2.6 Obudowa sondy Ramana
   - 2.7 Głowica sondy Ramana
3. Kabel karotażowy
   - 3.1 Oplot stalowy
   - 3.2 Izolacja teflonowa
   - 3.3 Oplot z włókien miedzianych
   - 3.4 Stalowy pancerz
   - 3.5 Wypełnienie żelowe
   - 3.6a Włókno światłowodowe promieniowania wzbudzenia
   - 3.6b Włókno światłowodowe promieniowania rozproszenia
   - 3.7 Złącze FC/FC
   - 3.8 Przewody sygnałowe czujników temperatury i ciśnienia
4. Wyciągarka
5. Samochód pomiarowy
6. Laser diodowy
7. Spektrometr Ramana
   - 7.1 Detektor
8. Zwrotnica sygnałów
9. Komputer

Zastrzeżenia patentowe

1. **Urządzenie do wyznaczania składu gazu ziemnego w otworze wiertniczym, w warunkach „in situ”,** zawierające samochód pomiarowy (5) z wyciągarką (4) kabla karotażowego (3) połączonego na końcu z sondą pomiarową (2), która opuszczana jest do otworu wiertniczego (1) na głębokość pomiaru, laser diodowy (6) i spektrometr Ramana (7) połączony z oprogramowanym komputerem (9) i nośnikiem pamięci, **znamienne tym, że** laser diodowy (6) i spektrometr Ramana (7) z detektorem (7.1) zabudowane są w samochodzie pomiarowym (5), a kabel karotażowy (3) o budowie koncentrycznej ma oplot stalowy (3.1) i co najmniej dwa włókna światłowodowe (3.6a, 3.6b) usytuowane w jego osi i łączące optyczną głowicę sondy Ramana (2.7) odpowiednio z laserem diodowym (6) i spektrometrem Ramana (7).
2. **Urządzenie według zastrz.1, znamienne tym, że** laser diodowy (6) jest laserem argonowym emitującym promieniowanie o długości fali większej od 700 nm.
3. **Urządzenie według zastrz.1 albo 2, znamienne tym, że** laser diodowy (6) ma wbudowany system stabilizacji temperatury.
4. **Urządzenie według zastrz.1 , znamienne tym, że** w sondę pomiarową (2) wbudowane są również czujnik temperatury i ciśnienia, których sygnały przesyłane są dodatkowymi przewodami wbudowanymi w kabel karotażowy (3) do spektrometru Ramana (7) i komputera (9).
5. **Urządzenie według zastrz. 1, znamienne tym, że** kabel karotażowy (3) - na długości sondy pomiarowej (2) i przed punktem połączenia włókien światłowodowych (3.6a i 3.6b) z głowicą sondy Ramana (2.7) - jest pozbawiony oplotu stalowego (3.1) i oplotu z włókien miedzianych (3.3),

a na stalowym pancerzu (3.4) chroniącym włókna światłowodowe (3.6a i 3.6b) są luźno nawleczone obciążniki (2.2, 2,3 i 2.4) wykonane z materiałów o różnych gęstościach, oraz ciężarze łącznym równoważącym parcie ciśnienia dennego w otworze wiertniczym (1).

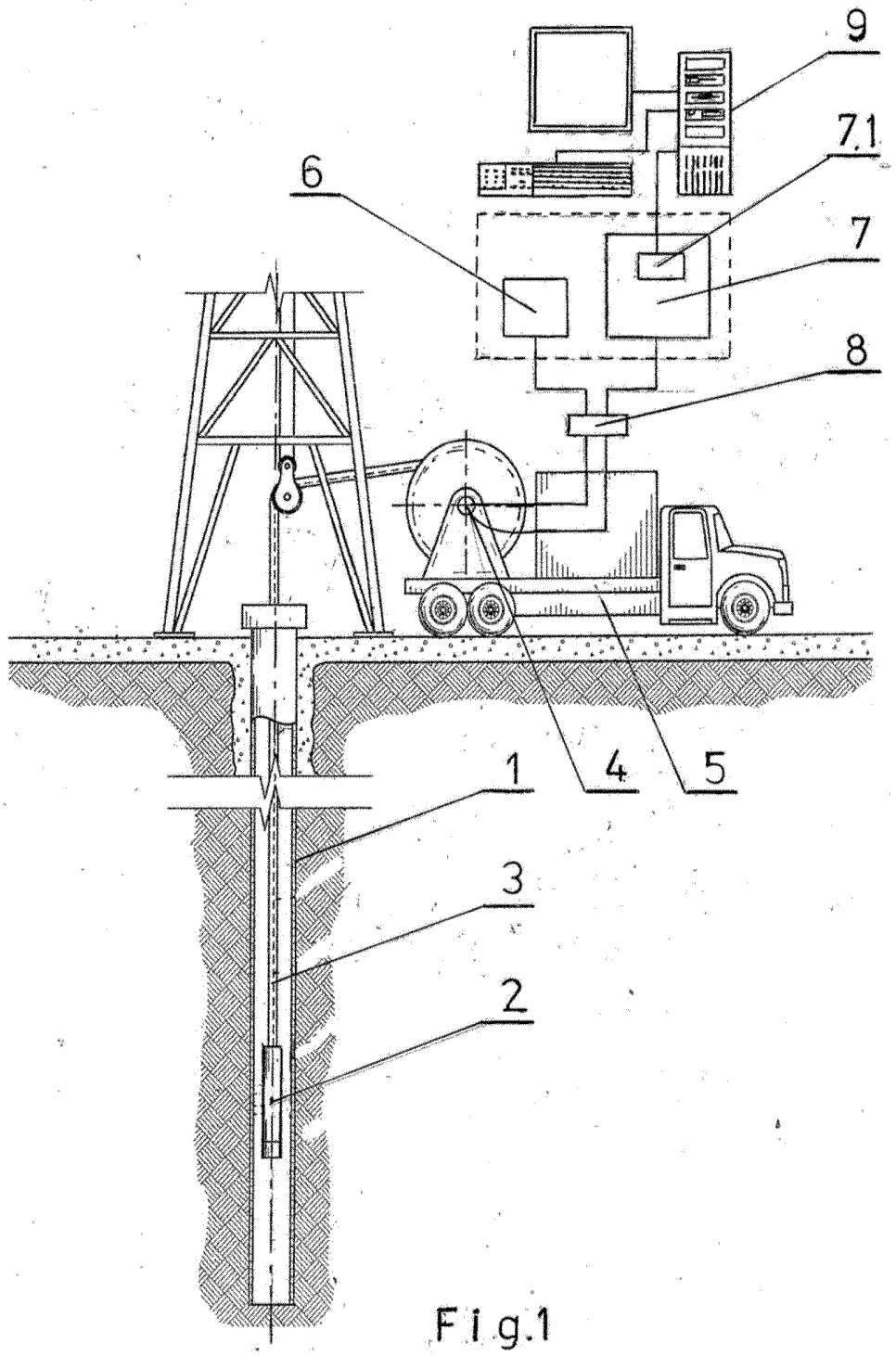


Fig.1

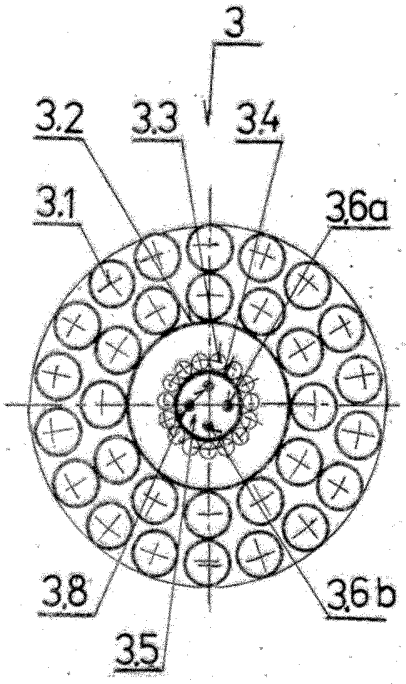


Fig.2

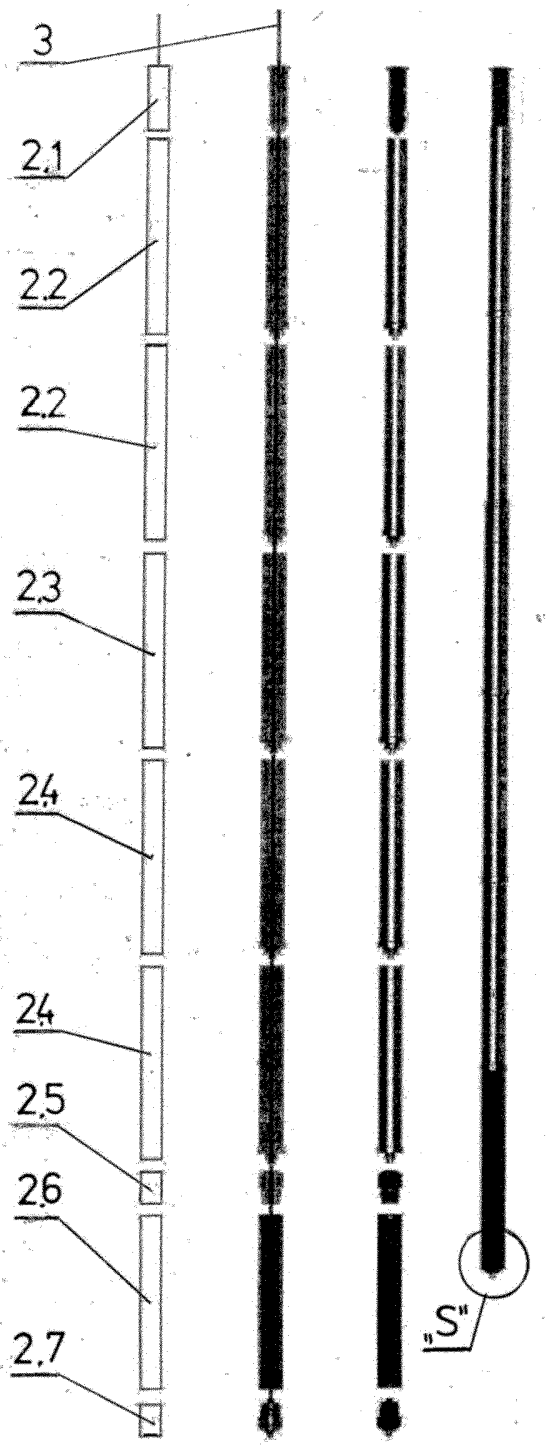


Fig.3a F.3b F.3c F.3d

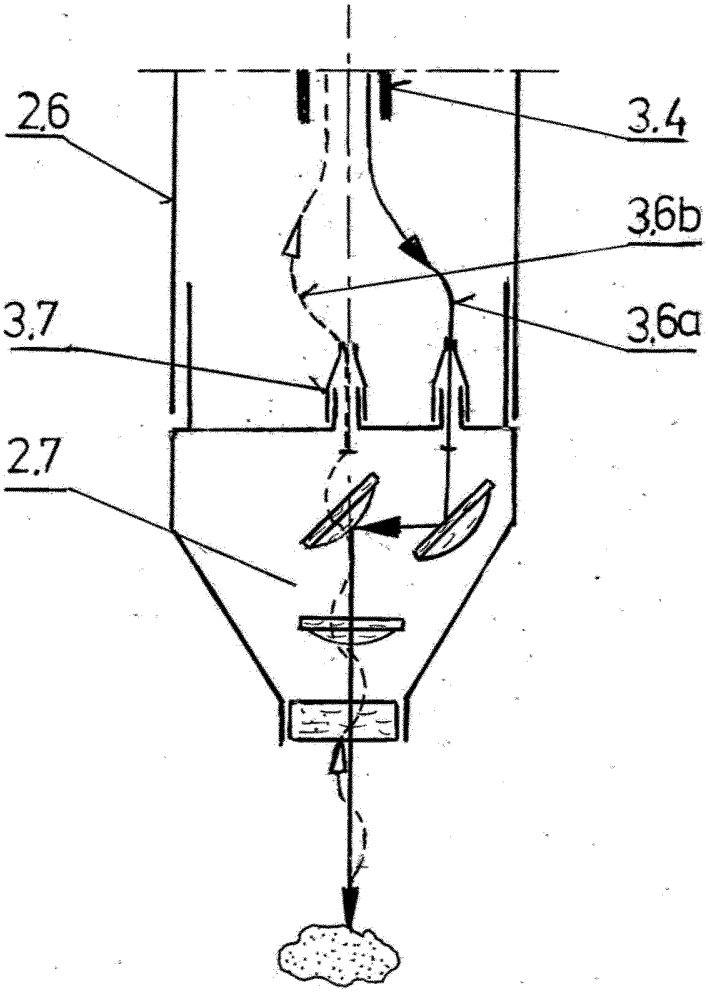


Fig.4

URZĄD PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

al. Niepodległości 188/192
00-950 Warszawa, skr. poczt. 203
tel.: (+48) 22 579 05 55 | fax: (+48) 22 579 00 01
e-mail: kontakt@uprp.gov.pl | www.uprp.gov.pl

SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI ZGŁOSZENIA NR P.441235

Klasyfikacja zgłoszenia: G01N 21/65 (2006.01) E21B 47/00 (2012.01) E21B 47/12 (2012.01) E21B 47/017 (2012.01)

Poszukiwania prowadzone w klasach: G01N, E21B, G01J, G01V

Bazy komputerowe, w których prowadzono poszukiwania: EPODOC, WPI (via EPOQUENET), bazy UPRP (e-Wyszukiwarka), zasoby Interneru (via google.com)

Kategoria dokumentu	Dokumenty – z podaną identyfikacją	Odniesienie do zastrz.
Y A	US2017184502 A1 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORP) 2017-06-29 [cały dokument]	1-4 5
X A	Dąbrowski K.M et al. "Downhole measurements and determination of natural gas composition using Raman spectroscopy." Journal of Natural Gas Science and Engineering 2019, 65, pp. 25-31 doi: /10.1016/j.jngse.2019.02.003 [cały dokument]	1-4 5
Y A	WO2004003506 A2 (POPE JOHN M; COX RICK L; VAN LIEU NEIL R; BUTTRY DANIEL A; WELL DOG INC) 2004-01-08 [cały dokument]	1-4 5
Y A	US4696903 A (LALOS & KEEGAN) 1987-09-29 [fig.1]	1-4 5

☐ Dalszy ciąg wykazu dokumentów na następnej stronie

A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie,
E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia,
L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzegane pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu,
O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób,
P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzegana data pierwszeństwa,
T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku,
X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie,
Y – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument zostanie połączony z jednym lub kilkoma tego typu dokumentami, a takie połączenie będzie oczywiste dla znawcy,
& – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.

Sprawozdanie wykonał/-a: mgr inż. Jolanta Gajewska data 28.12.2022r.

/-podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym-/
Pismo wydane w formie dokumentu elektronicznego

Uwagi do zgłoszenia

Sprawozdanie zostało wykonane w oparciu o wersję zastrzeżeń patentowych z dnia 20 maja 2022 roku.