



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116651** (13) **U**  
(51) МПК (2017.01)  
**G01N 21/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

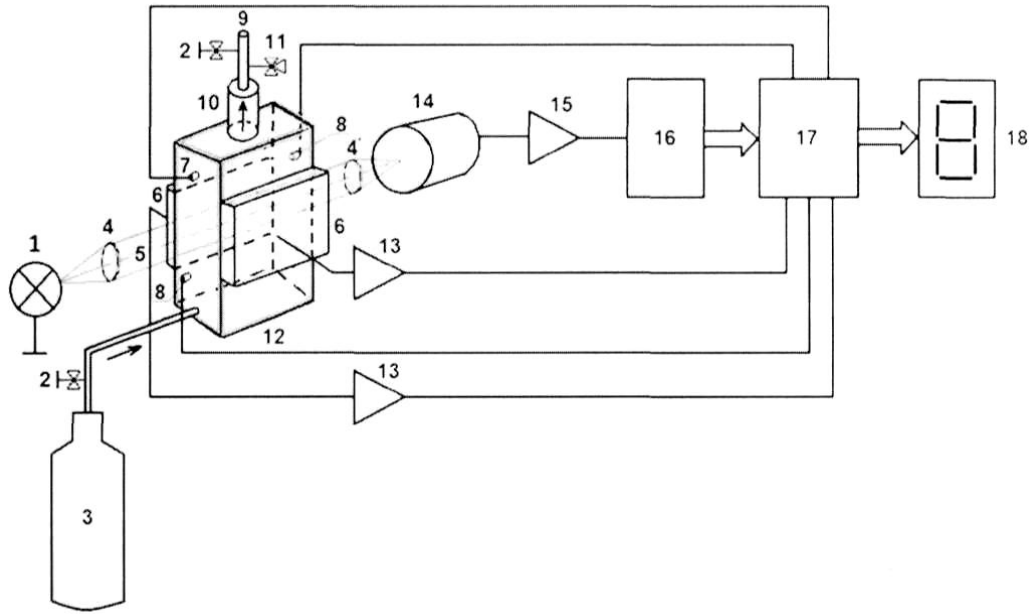
(21) Номер заявки: <b>u 2016 13381</b>	(72) Винахідник(и): <b>Білінський Йосип Йосипович (UA), Книш Богдан Петрович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>26.12.2016</b>	(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.05.2017</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.05.2017, Бюл.№ 10</b>	

## (54) ЗАСІБ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ КОМПОНЕНТІВ ПАРОВОЇ ФАЗИ СКРАПЛЕНОГО НАФТОВОГО ГАЗУ

### (57) Реферат:

Засіб вимірювального контролю кількісного вмісту компонентів парової фази скрапленого нафтового газу містить послідовно оптично з'єднані джерело випромінювання, вхідну оптичну систему, вимірювальну кювету, приймач випромінювання, вихід якого зв'язаний з підсилювачем приймача випромінювання, мікропроцесорний пристрій, вихід якого з'єднано через шину з цифровим індикаторним табло, мірник з вивідним патрубком, вентилі, клапан, сенсори температури, виходи яких зв'язані з входом мікропроцесорного пристрою, розміщені на різних рівнях вимірювальної кювети, з якою з'єднаний балон із скрапленим нафтовим газом. В пристрій введено послідовно оптично з'єднану вихідну оптичну систему, сенсор тиску, розміщений на вимірювальній кюветі, вихід якого зв'язаний з входом мікропроцесорного пристрою, елементи нагрівання, розташовані на бічних поверхнях вимірювальної кювети, виходи яких зв'язані з підсилювачами елементів нагрівання, які пов'язані з входом мікропроцесорного пристрою. Вихід підсилювача приймача випромінювання з'єднаний з аналого-цифровим перетворювачем, який через шину приєднаний до мікропроцесорного пристрою.

UA 116651 U



Корисна модель належить до приладів для вимірювання кількісного вмісту газів у ємностях і може знайти застосування в технологічних установках нафтопереробної, нафтохімічної, хімічної та іншій галузях промисловості.

Відомий інфрачервоний газоаналізатор [патент України № 68725, МПК G01N 21/01, опубл. 10.04.2012, що містить послідовно оптично з'єднані блок керування, джерело інфрачервоного випромінювання, вимірювальну кювету, приймач інфрачервоного випромінювання, кювету з чистим повітрям та кювету з чистою домішкою, на поверхні яких розташовані діафрагми, які містяться у вимірювальній кюветі, друге і третє джерела інфрачервоного випромінювання та другий і третій приймачі інфрачервоного випромінювання, в подальшому приймачі випромінювання, розташовані на одній вісі з різних сторін кювети з чистим повітрям, та кювети з чистою домішкою відповідно, біля яких розташовані вхідні і вихідні оптичні системи, виходи приймачів випромінювання зв'язані з підсилювачами, виходи з яких з'єднані комутатором, вихід якого з'єднаний з аналого-цифровим перетворювачем, який через шину приєднаний до мікропроцесорного пристрою, який має обернений зв'язок з комутатором, вихід мікропроцесорного пристрою з'єднано через шину з цифровим індикаторним табло.

Недоліком є складність газоаналізатора за рахунок значної кількості електронних компонентів, що веде до зниження точності вимірювання.

Найбільш близьким технічним рішенням, вибраним як прототип, є оптичний сенсор концентрації газу [патент України № 100434, МПК G01N 21/01, опубл. 27.07.2015], що містить послідовно оптично з'єднані джерело випромінювання, вхідну оптичну систему, вимірювальну кювету, приймач випромінювання, виходи якого зв'язані з підсилювачами, мікропроцесорний пристрій, вихід якого з'єднано через шину з цифровим індикаторним табло, вимірювальна кювета має вертикальну та похилу стінки і містить поршень, мірник з вивідним патрубком, вентиля, клапан, сенсори температури, розміщені на різних рівнях вимірювальної кювети та виходи яких пов'язані з входом мікропроцесорного пристрою, елемент нагрівання, розташовані на поверхні вимірювальної кювети, з якою з'єднаний балон із скрапленням нафтовим газом, вихід елемента нагрівання зв'язаний з підсилювачем елемента нагрівання, вихід якого пов'язаний з входом мікропроцесорного пристрою, приймач випромінювання складається з лівого правого та опорного фотоприймачів, виходи підсилювачів з'єднані з блоком порівняння, вихід якого пов'язаний з входом мікропроцесорного пристрою, що через інтерфейс USB з'єднаний з комп'ютером.

Недоліком пристрою є недостатня точність вимірювань.

В основу корисної моделі поставлена задача створення засобу вимірювального контролю кількісного вмісту компонентів парової фази скрапленого нафтового газу, в якому за рахунок врахування не лише співвідношення суміші пропан-бутан, але й ненасичених вуглеводнів, досягається підвищення точності вимірювань.

Поставлена задача вирішується тим, що в засіб вимірювального контролю кількісного вмісту компонентів парової фази скрапленого нафтового газу, який містить послідовно оптично з'єднані джерело випромінювання, вхідну оптичну систему, вимірювальну кювету, приймач випромінювання, вихід якого зв'язаний з підсилювачем приймача випромінювання, мікропроцесорний пристрій, вихід якого з'єднано через шину з цифровим індикаторним табло, мірник з вивідним патрубком, вентиля, клапан, сенсори температури, виходи яких пов'язані з входом мікропроцесорного пристрою, розміщені на різних рівнях вимірювальної кювети, з якою з'єднаний балон із скрапленням нафтовим газом, введено послідовно оптично з'єднану вихідну оптичну систему, сенсор тиску, розміщений на вимірювальній кюветі, вихід якого пов'язаний з входом мікропроцесорного пристрою, елементи нагрівання, розташовані на бічних поверхнях вимірювальної кювети, виходи яких зв'язані з підсилювачами елементів нагрівання, які пов'язані з входом мікропроцесорного пристрою, вихід підсилювача приймача випромінювання з'єднаний з аналого-цифровим перетворювачем, який через шину приєднаний до мікропроцесорного пристрою.

На кресленні зображено загальний вигляд засобу вимірювального контролю кількісного вмісту компонентів парової фази скрапленого нафтового газу.

Засіб вимірювального контролю кількісного вмісту компонентів парової фази скрапленого нафтового газу містить послідовно оптично з'єднані джерело випромінювання 1, вхідну оптичну систему 4, вимірювальну кювету 12, приймач випромінювання 14, вихід якого зв'язаний з підсилювачем приймача випромінювання 15, мікропроцесорний пристрій 17, вихід якого з'єднано через шину з цифровим індикаторним табло 18, мірник 10 з вивідним патрубком 9, вентиля 2, клапан 11, сенсори температури 8, виходи яких пов'язані з входом мікропроцесорного пристрою 17. розміщені на різних рівнях вимірювальної кювети 12, з якою з'єднаний балон із скрапленням нафтовим газом 3, введено послідовно оптично з'єднану вихідну оптичну систему

4', сенсор тиску 7, розміщений на вимірювальній кюветі 13, вихід якого пов'язаний з входом мікропроцесорного пристрою 17, елементи нагрівання 6, розташовані на бічних поверхнях вимірювальної кювети 12, виходи яких зв'язані з підсилювачами елементів нагрівання 13, які пов'язані з входом мікропроцесорного пристрою 17, вихід підсилювача приймача випромінювання 15 з'єднаний з аналого-цифровим перетворювачем 16, який через шину приєднаний до мікропроцесорного пристрою 17.

Засіб вимірювального контролю кількісного вмісту компонентів парової фази скрапленого нафтового газу працює наступним чином.

Парова фаза скрапленого нафтового газу подається з балона 3 за допомогою вентиля 2 у вимірювальну кювету 12, причому рівень наповненості контролюється мірником 10. У вимірювальній кюветі 12 відбувається нагрівання парової фази скрапленого нафтового газу елементами нагрівання 6, завдяки напрузі, яка задається мікропроцесорним пристроєм 17 та підсилюється за допомогою підсилювачів елементів нагрівання 13. У випадку досягнення однакової температури парової фази скрапленого нафтового газу по всьому об'єму вимірювальної кювети 12 сенсори температури 8 направляють сигнали до мікропроцесорного пристрою 17 і розпочинається процес вимірювання, який контролюється сенсором тиску 7. Світловий потік від джерела випромінювання 1 фокусується за допомогою вхідної оптичної системи 4, яка формує світлову смужку 5, проходить через вимірювальну кювету 12, в якій знаходиться парова фаза скрапленого нафтового газу, та потрапляє на вихідну оптичну систему 4', а далі на приймач випромінювання 14. Значення напруги приймача випромінювання 14 через підсилювач приймача випромінювання 15, надходить до аналого-цифрового перетворювача 16, де аналоговий сигнал перетворюється в цифровий, і потрапляє через шину на вхід мікропроцесорного пристрою 17. Цифровий код, пропорційний кількісному вмісту кожного з (азів, обробляється в мікропроцесорному пристрої 17 і виводиться через шину на цифрове індикаторне табло 18. Відпрацьована парова фаза скрапленого нафтового газу виводиться завдяки вентилю 2 та клапана 11 через вивідний патрубок 9.

Світлові потоки  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ , які проходять через вимірювальну кювету з паровою фазою скрапленого нафтового газу при різних температурах  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  режимах, описуються відповідно до закону Бугера-Ламберта-Бера:

$$30 \quad \left\{ \begin{array}{l} I_1 = I_0^1 e^{-\frac{dP}{T_1} \left( k_1 \frac{\chi_1 \rho_1 T_0^1}{\mu_1 P_1} + k_2 \frac{\chi_2 \rho_2 T_0^2}{\mu_2 P_2} + k_3 \frac{\chi_3 \rho_3 T_0^3}{\mu_3 P_3} \right)} \\ I_2 = I_0^2 e^{-\frac{dP'}{T_2} \left( k_1 \frac{\chi_1 \rho'_1 T_0^1}{\mu_1 P'_1} + k_2 \frac{\chi_2 \rho'_2 T_0^2}{\mu_2 P'_2} + k_3 \frac{\chi_3 \rho'_3 T_0^3}{\mu_3 P'_3} \right)}, \\ I_3 = I_0^3 e^{-\frac{dP''}{T_3} \left( k_1 \frac{\chi_1 \rho''_1 T_0^1}{\mu_1 P''_1} + k_2 \frac{\chi_2 \rho''_2 T_0^2}{\mu_2 P''_2} + k_3 \frac{\chi_3 \rho''_3 T_0^3}{\mu_3 P''_3} \right)} \end{array} \right.$$

де  $k_1, k_2, k_3$  - кількісні вмісти пропану, бутану та ненасичених вуглеводнів, відповідно;

$\chi_1, \chi_2, \chi_3$  - молярні питомі показники поглинання пропану, бутану та ненасичених вуглеводнів, відповідно;

35  $I_0^1, I_0^2, I_0^3$  - інтенсивності вхідного світлового потоку через пропан, бутан та ненасичені вуглеводні, відповідно;

$\mu_1, \mu_2, \mu_3$  - молярні маси пропану, бутану та ненасичених вуглеводнів, відповідно;

$d$  - товщина шару парової фази;

$\rho_1, \rho'_1, \rho''_1$  - густини пропану при температурах  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , відповідно;

$\rho_2, \rho'_2, \rho''_2$  - густини бутану при температурах  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , відповідно;

40  $\rho_3, \rho'_3, \rho''_3$  - густини ненасичених вуглеводнів при температурах  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , відповідно;

$T_0^1, T_0^2, T_0^3$  - температури пропану, бутану та ненасичених вуглеводнів за стандартних умов;

$P_1, P'_1, P''_1$  - тиски пропану при температурах  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , відповідно;

$P_2, P'_2, P''_2$  - тиски бутану при температурах  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , відповідно;

$P_3, P'_3, P''_3$  - тиски ненасичених вуглеводнів при температурах  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , відповідно;

45  $P, P', P''$  - тиски скрапленого нафтового газу при температурах  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , відповідно.

Густина пропану при температурах  $T_1, T_2, T_3$ , відповідно, можна описати таким чином:

$$\left\{ \begin{aligned} \rho_1 &= \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_1}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_1^2}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_1} \mu_1; \\ \rho'_1 &= \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_2}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_2^2}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_2} \mu_1; \\ \rho''_1 &= \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_3}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_3^2}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_3} \mu_1, \end{aligned} \right.$$

де  $P_{01}$  - тиск пропану за стандартних умов;

$V$  - об'єм вимірювальної кювети;

$R$  - універсальна газова стала.

5

Густина бутану при температурах  $T_1, T_2, T_3$ , відповідно, можна описати таким чином:

$$\left\{ \begin{aligned} \rho_2 &= \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_1}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_1^2}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_1} \mu_2; \\ \rho'_2 &= \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_2}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_2^2}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_2} \mu_2; \\ \rho''_2 &= \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_3}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_3^2}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_3} \mu_2; \end{aligned} \right.$$

де  $P_{02}$  - тиск бутану за стандартних умов.

Густина ненасичених вуглеводнів при температурах  $T_1, T_2, T_3$ , відповідно, можна описати

10

таким чином:

$$\left\{ \begin{aligned} \rho_3 &= \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_1}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_1^2}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_1} \mu_3; \\ \rho'_3 &= \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_2}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_2^2}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_2} \mu_3; \\ \rho''_3 &= \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_3}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_3^2}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_3} \mu_3, \end{aligned} \right.$$

де  $P_{03}$  - тиск ненасичених вуглеводнів за стандартних умов.

Тиски пропану при температурах  $T_1, T_2, T_3$ , відповідно, можна описати таким чином:

$$\left\{ \begin{aligned} P_1 &= \frac{8P_{01}RT_1 - \frac{27}{8} \frac{RT_1^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2T_1^3}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_1}; \\ P'_1 &= \frac{8P_{01}RT_2 - \frac{27}{8} \frac{RT_2^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2T_2^3}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_2}; \\ P''_1 &= \frac{8P_{01}RT_3 - \frac{27}{8} \frac{RT_3^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2T_3^3}{P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_3}. \end{aligned} \right.$$

15

Тиски бутану при температурах  $T_1, T_2, T_3$ , відповідно, можна описати таким чином:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2 = \frac{8P_{02}RT_1 - \frac{27}{8} \frac{RT_1^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2 T_1^3}{P_{02} V^2}}{8P_{02}V - RT_1}; \\ P'_2 = \frac{8P_{02}RT_2 - \frac{27}{8} \frac{RT_2^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2 T_2^3}{P_{02} V^2}}{8P_{02}V - RT_2}; \\ P''_2 = \frac{8P_{02}RT_3 - \frac{27}{8} \frac{RT_3^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2 T_3^3}{P_{02} V^2}}{8P_{02}V - RT_3}. \end{array} \right.$$

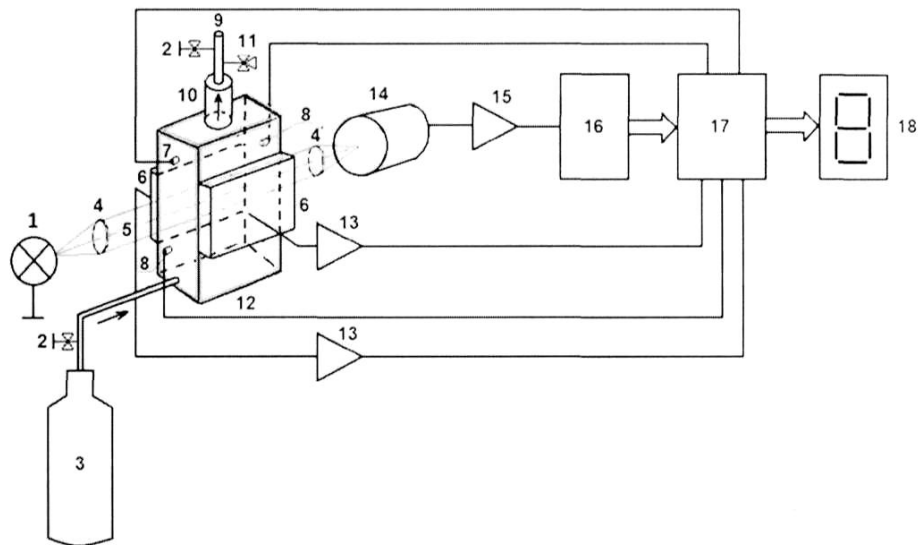
Тиски ненасичених вуглеводнів при температурах  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ , відповідно, можна описати таким чином

$$\left\{ \begin{array}{l} P_3 = \frac{8P_{03}RT_1 - \frac{27}{8} \frac{RT_1^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2 T_1^3}{P_{03} V^2}}{8P_{03}V - RT_1}; \\ P'_3 = \frac{8P_{03}RT_2 - \frac{27}{8} \frac{RT_2^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2 T_2^3}{P_{03} V^2}}{8P_{03}V - RT_2}; \\ P''_3 = \frac{8P_{03}RT_3 - \frac{27}{8} \frac{RT_3^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2 T_3^3}{P_{03} V^2}}{8P_{03}V - RT_3}. \end{array} \right.$$

5

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Засіб вимірювального контролю кількісного вмісту компонентів парової фази скрапленого нафтового газу, що містить послідовно оптично з'єднані джерело випромінювання, вхідну оптичну систему, вимірювальну кювету, приймач випромінювання, вихід якого зв'язаний з підсилювачем приймача випромінювання, мікропроцесорний пристрій, вихід якого з'єднано через шину з цифровим індикаторним табло, мірник з вивідним патрубком, вентиля, клапан, сенсори температури, виходи яких пов'язані з входом мікропроцесорного пристрою, розміщені на різних рівнях вимірювальної кювети, з якою з'єднаний балон із скрапленим нафтовим газом, який **відрізняється** тим, що в нього введено послідовно оптично з'єднану вихідну оптичну систему, сенсор тиску, розміщений на вимірювальній кюветі, вихід якого зв'язаний з входом мікропроцесорного пристрою, елементи нагрівання, розташовані на бічних поверхнях вимірювальної кювети, виходи яких зв'язані з підсилювачами елементів нагрівання, які пов'язані з входом мікропроцесорного пристрою, вихід підсилювача приймача випромінювання з'єднаний з аналого-цифровим перетворювачем, який через шину приєднаний до мікропроцесорного пристрою.



Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601