



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **92294** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01N 21/81** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2014 02379</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>07.03.2014</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>11.08.2014</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>11.08.2014, Бюл.№ 15</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Білінський Йосип Йосипович (UA), Книш Богдан Петрович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b></p>
--	---

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ КОМПОНЕНТІВ ПАРОВОЇ ФАЗИ СКРАПЛЕНОГО НАФТОВОГО ГАЗУ**

**(57) Реферат:**

Спосіб визначення кількісного вмісту компонентів парової фази скрапленого нафтового газу, при якому використовують таблиці значень, вимірюють середню температуру парової фази скрапленого нафтового газу за допомогою сенсорів температури, вимірюють тиск парової фази скрапленого нафтового газу за допомогою сенсорів тиску, причому вимірюють об'єм парової фази скрапленого нафтового газу за допомогою витратоміра, по вимірних значеннях об'єму та середньої температури парової фази скрапленого нафтового газу, використовуючи таблиці значень критичного тиску пропану, бутану та домішок скрапленого нафтового газу, визначають абсолютні тиски пропану, бутану та домішок скрапленого нафтового газу при середній температурі, використовуючи значення тиску парової фази скрапленого нафтового газу та абсолютних тисків пропану, бутану та домішок, визначають кількісний вміст компонентів парової фази скрапленого нафтового газу, значення якого виводять на пристрій відображення інформації для зручності роботи оператора.

UA 92294 U



Корисна модель належить до області вимірювальної техніки і може бути використана для точного визначення компонентів парової фази скрапленого нафтового газу (СНГ).

Відомий "Спосіб визначення обсягу газового включення" [Патент Російської федерації № 2435143, МПК G01F22/00, опубл. 27.11.2011], при якому забезпечується температурний режим термостатичного апарату, який включає газову компенсаційну порожнину (ГКП) забезпечення температурного режиму термостатовому апарату, що включає газову компенсаційну порожнину (ГКП), шляхом двократного вимірювання об'єму ГКП спільно з об'ємом газового включення, окрім того в системах, що виключають доступ в рідинну частину, проводять дворазову подачу газу з еталонної ємності в ГКП при умовах, що початкові тиски газу в еталонній ємності при першому і другому вимірі об'єму ГКП різні та тиски газу в ГКП при першому і другому вимірі, фіксують усталений тиск в системі.

Недоліком такого способу є те, що його не можна застосовувати в системах, що не допускають можливість розгерметизації.

Найбільш близьким способом до запропонованого є "Спосіб для вимірювання маси паливних зріджених вуглеводневих газів в резервуарі" [Патент Російської федерації № 2361181, МПК G01F22/02, опубл. 10.07.2009], при якому по вимірних значеннях середньої густини і середньої температури рідкої фази СНГ визначається умовний компонентний склад рідкої і парової фази СНГ, вимірюється середня температура парової фази СНГ, по вимірних значеннях тиску, середньої температури парової фази СНГ розраховується середня густина парової фази СНГ, проводиться корекція рівня рідкої фази СНГ, по вимірних значеннях рівня і середньої температури рідкої і парової фази СНГ з використанням градуовальної таблиці резервуара визначається об'єм рідкої і парової фази СНГ, розраховується маса рідкої і парової фази СНГ, розраховується повна маса СНГ як сума мас рідкої фази і парової фази СНГ, автоматично здійснюється динамічний контроль відносної похибки вимірювання, що включає розрахунок величини відносної похибки вимірювання, порівняння її з заданою величиною і визначення рекомендованих значень мінімального допустимого рівня при зберіганні СНГ і мінімальної зміни рівня при прийомі і відпустці СНГ, що забезпечують дотримання вимог за заданою величиною похибки вимірювань, а отримані результати виводяться на пристрій відображення для зручності роботи оператора.

Недоліком такого способу є велика похибка вимірювання густини, похибка вимірювання, викликана наявністю вільної води та водяної пари в резервуарі, відсутність контролю величини поточної похибки вимірювання, що не дозволяє оцінити точність вимірювання маси при прийомі, відпустці та зберіганні СНГ. Вказані недоліки не дозволяють вважати даний спосіб достатньо точним.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу, в якому за рахунок введення нових операцій та їх послідовності досягається можливість підвищити загальну точність визначення кількісного вмісту компонентів парової фази СНГ завдяки врахуванню не тільки кількісного складу пропану й бутану, але й домішок.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб визначення кількісного вмісту компонентів парової фази СНГ, при якому використовують таблиці значень, вимірюють середню температуру парової фази СНГ за допомогою сенсорів температури, вимірюють тиск парової фази СНГ за допомогою сенсорів тиску, крім того вимірюють об'єм парової фази СНГ за допомогою витратоміра, по вимірних значеннях об'єму та середньої температури парової фази СНГ, використовуючи таблиці значень критичного тиску пропану, бутану та домішок СНГ, визначають абсолютні тиски пропану, бутану та домішок СНГ при середній температурі, використовуючи значення тиску парової фази СНГ та абсолютних тисків пропану, бутану та домішок, визначають кількісний вміст компонентів парової фази СНГ, значення якого виводять на пристрій відображення інформації для зручності роботи оператора.

Запропонований спосіб визначення кількісного вмісту компонентів парової фази СНГ на основі вимірювання тиску реалізується наступним чином. Проводиться вимірювання СНГ при різних температурних режимах, результати якого описуються системою рівнянь

$$\begin{cases} k_1 P_1 + k_2 P_2 + k_3 P_3 = P \\ k_1 P'_1 + k_2 P'_2 + k_3 P'_3 = P', \\ k_1 P''_1 + k_2 P''_2 + k_3 P''_3 = P'' \end{cases} \quad (1)$$

де  $k_1, k_2, k_3$  - кількісний вміст пропану, бутану та домішок, відповідно;  $P_1, P'_1, P''_1$  - 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 домішок при температурах  $T_1, T_2, T_3$ , відповідно;  $P, P', P''$  - тиски скрапленого нафтового газу при температурах  $T_1, T_2, T_3$  відповідно.

Для подальших розрахунків використовують табличні значення критичного тиску пропану, бутану та домішок СНГ, які складають: критичний тиск пропану -  $41,3 \cdot 10^5$  Н/м<sup>2</sup>; критичний тиск бутану -  $33,8 \cdot 10^5$  Н/м<sup>2</sup>; критичний тиск домішок СНГ -  $40 \cdot 10^5$  Н/м<sup>2</sup>.

- 5 Для узагальнення експериментальних даних досліджень різних процесів і речовин використовують критеріальні системи, за якими абсолютний тиск СНГ при температурі T описується як

$$P = \frac{1 - \frac{27}{64} \frac{T_1}{P_0 V} + \frac{27}{512} \frac{RT_1^5}{P_0^2 V^2}}{\frac{V}{RT_1} - \frac{1}{8P_0}}, \quad (2)$$

де V - об'єм, P<sub>0</sub> - критичний тиск.

Абсолютні тиски пропану при температурах T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, відповідно, описуються таким чином

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

де P<sub>01</sub> - критичний тиск пропану.

- 10 Абсолютні тиски бутану при температурах T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, відповідно, описуються таким чином

$$\left\{ \begin{aligned} P_2 &= \frac{8P_{02}RT_1 - \frac{27}{8} \frac{RT_1^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2T_1^3}{P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_1} \\ P_2' &= \frac{8P_{02}RT_2 - \frac{27}{8} \frac{RT_2^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2T_2^3}{P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_2} \\ P_2'' &= \frac{8P_{02}RT_3 - \frac{27}{8} \frac{RT_3^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2T_3^3}{P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_3} \end{aligned} \right. \quad (4)$$

де P<sub>02</sub> - критичний тиск бутану.

Абсолютні тиски домішок при температурах T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, відповідно, описуються таким чином

$$\left\{ \begin{aligned} P_3 &= \frac{8P_{03}RT_1 - \frac{27}{8} \frac{RT_1^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2T_1^3}{P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_1} \\ P_3' &= \frac{8P_{03}RT_2 - \frac{27}{8} \frac{RT_2^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2T_2^3}{P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} \\ P_3'' &= \frac{8P_{03}RT_3 - \frac{27}{8} \frac{RT_3^2}{V} + \frac{27}{64} \frac{R^2T_3^3}{P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_3} \end{aligned} \right. \quad (5)$$

де  $P_{03}$  - критичний тиск домішок.

Враховуючи абсолютні тиски пропану, бутану та домішок при різних температурних режимах, визначається кількісний вміст компонентів парової фази СНГ

$$k_1 = \frac{1}{8R} \left( \frac{P_{03}T_3 - \frac{27 T_3^2}{64 V} + \frac{27 RT_3^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_3} P' - \frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} P' \right)$$

$$5 \left( \frac{P_{03}T_3 - \frac{27 T_3^2}{64 V} + \frac{27 RT_3^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_3} \frac{P_{01}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_2} - \frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} \frac{P_{01}T_3 - \frac{27 T_3^2}{64 V} + \frac{27 RT_3^3}{512 P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_3} \right)$$

$$\left( \frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} \frac{P_{02}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_1} - \frac{P_{03}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_1} \frac{P_{02}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_2} \right)$$

$$\left( \frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} \frac{P_{02}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_1} - \frac{P_{03}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_1} \frac{P_{02}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_2} \right)$$

$$- \left( \frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} P - \frac{P_{03}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_1} P' \right)$$

$$- \left( \frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} \frac{P_{01}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_1} - \frac{P_{03}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_1} \frac{P_{01}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_2} \right)$$

$$\left( \frac{P_{03}T_3 - \frac{27 T_3^2}{64 V} + \frac{27 RT_3^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_3} \frac{P_{02}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_2} - \frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} \frac{P_{02}T_3 - \frac{27 T_3^2}{64 V} + \frac{27 RT_3^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_3} \right)$$

$$\left( \frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_3} \frac{P_{02}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_2} - \frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} \frac{P_{02}T_3 - \frac{27 T_3^2}{64 V} + \frac{27 RT_3^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_3} \right)$$

$$k_2 = \frac{1}{8R} \frac{\frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} P - \frac{P_{03}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_1} P'}{\frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} \frac{P_{02}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_1} - \frac{P_{03}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_1} \frac{P_{02}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_2}}$$

$$-k_1 \frac{P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_3} \frac{P_{01}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_2} - \frac{P_{03}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_2} \frac{P_{01}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{01}V^2}}{8P_{01}V - RT_3}$$

$$P_{03}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{03}V^2} \frac{P_{02}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_1} - \frac{P_{03}T_1 - \frac{27 T_1^2}{64 V} + \frac{27 RT_1^3}{512 P_{03}V^2}}{8P_{03}V - RT_1} \frac{P_{02}T_2 - \frac{27 T_2^2}{64 V} + \frac{27 RT_2^3}{512 P_{02}V^2}}{8P_{02}V - RT_2}$$

$$k_3 = 1 - k_1 - k_2$$

10

Запропонований спосіб визначення кількісного вмісту дозволяє проводити вимірювання кількісного складу компонентів парової фази СНГ з підвищеною точністю завдяки врахуванню не тільки кількісного складу пропану й бутану, але й домішок.

5

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення кількісного вмісту компонентів парової фази скрапленого нафтового газу, при якому використовують таблиці значень, вимірюють середню температуру парової фази скрапленого нафтового газу за допомогою сенсорів температури, вимірюють тиск парової фази скрапленого нафтового газу за допомогою сенсорів тиску, який **відрізняється** тим, що вимірюють об'єм парової фази скрапленого нафтового газу за допомогою витратоміра, по виміряних значеннях об'єму та середньої температури парової фази скрапленого нафтового газу, використовуючи таблиці значень критичного тиску пропану, бутану та домішок скрапленого нафтового газу, визначають абсолютні тиски пропану, бутану та домішок скрапленого нафтового газу при середній температурі, використовуючи значення тиску парової фази скрапленого нафтового газу та абсолютних тисків пропану, бутану та домішок, визначають кількісний вміст компонентів парової фази скрапленого нафтового газу, значення якого виводять на пристрій відображення інформації для зручності роботи оператора.

---

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

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