



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **92293** (13) **U**
(51) МПК
G01N 21/81 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 02378	(72) Винахідник(и): Білінський Йосип Йосипович (UA), Книш Богдан Петрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.03.2014	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.08.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.08.2014, Бюл.№ 15	

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

(57) Реферат:

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

UA 92293 U

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

Відомий "Спосіб визначення кількості нафтопродукту у викидах пароповітряної суміші з резервуара" [Патент Російської федерації №2240512, МПК G01F022/02, опубл. 20.11.2004], при якому об'ємні витрати пароповітряної суміші з резервуара визначають з використанням дихального клапана резервуара, для чого задають величину аеродинамічного опору ζ дихального клапана, вимірюють надлишковий тиск або вакуум Δp в газовому просторі резервуара і висоту h підйому тарілки клапана, а об'ємні витрати Q пароповітряної суміші визначають на основі залежності $Q = \frac{\pi D h}{\sqrt{1+\zeta}} \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}$, де D - діаметр посадкового гнізда тарілки клапана, ρ - середня густина пароповітряної суміші.

Недоліком такого способу є велика похибка при визначенні вагової кількості нафтопродукту у викидах пароповітряної суміші з резервуара, обумовлена коливаннями об'єму і концентрації парів, що виходять у складі пароповітряної суміші з резервуара, коливаннями атмосферного тиску, зміною тиску газового простору і температури.

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 рідкої фази СНГ завдяки врахуванню не тільки кількісного складу пропану й бутану, але й домішок.

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

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

$$\begin{cases} k_1\rho_1 + k_2\rho_2 + k_3\rho_3 = \rho \\ k_1\rho'_1 + k_2\rho'_2 + k_3\rho'_3 = \rho' \\ k_1\rho''_1 + k_2\rho''_2 + k_3\rho''_3 = \rho'' \end{cases}, (1)$$

де k_1, k_2, k_3 - кількісний вміст пропану, бутану та домішок, відповідно; $\rho_1, \rho'_1, \rho''_1$ - 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; $\rho_3, \rho'_3, \rho''_3$ - густини домішок при температурах T_1, T_2, T_3 , відповідно; ρ, ρ', ρ'' - густини СНГ при температурах T_1, T_2, T_3 , відповідно.

Для подальших розрахунків використовують табличні значення критичного тиску та молярних мас пропану, бутану та домішок СНГ, які складають: критичний тиск пропану - $41,3 \cdot 10^5$ Н/м²; критичний тиск бутану - $33,8 \cdot 10^5$ Н/м²; критичний тиск домішок СНГ - $40 \cdot 10^5$ Н/м²; молекулярна маса пропану - 44,1; молекулярна маса бутану - 58,12; молекулярна маса домішок СНГ - 50.

Використовуючи рефрактометричний метод, визначаються густини СНГ через показники заломлення, які вимірюються для кожного температурного режиму

$$\begin{cases} \rho = \frac{P_1}{0.153RT_1} \left(\frac{9.591}{1.4752 - n_1} - 9.5 \right) \\ \rho' = \frac{P_2}{0.153RT_2} \left(\frac{9.591}{1.4752 - n_2} - 9.5 \right) \\ \rho'' = \frac{P_3}{0.153RT_3} \left(\frac{9.591}{1.4752 - n_3} - 9.5 \right) \end{cases}, (2)$$

де P_1, P_2, P_3 - абсолютні тиски СНГ при температурах T_1, T_2, T_3 , відповідно, n_1, n_2, n_3 - показники заломлення при температурах T_1, T_2, T_3 , відповідно, R - універсальна газова стала.

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

$$P = \frac{1 - \frac{27}{64} \frac{T_1}{P_0 V} + \frac{27}{512} \frac{RT_1^2}{P_0^2 V^2}}{\frac{V}{RT_1} - \frac{1}{8P_0}}, (3)$$

де V - об'єм, P_0 - критичний тиск.

Густини пропану при температурах T_1, T_2, T_3 , відповідно, описуються таким чином

$$\begin{cases} \rho_1 = \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_1}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_1^2}{P_{01} V^2}}{8P_{01} V - RT_1} M_1 \\ \rho'_1 = \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_2}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_2^2}{P_{01} V^2}}{8P_{01} V - RT_2} M_1 \\ \rho''_1 = \frac{1}{0.153} \frac{8P_{01} - \frac{27}{8} \frac{T_3}{V} + \frac{27}{64} \frac{RT_3^2}{P_{01} V^2}}{8P_{01} V - RT_3} M_1 \end{cases}, (4)$$

де M_1 - молекулярна маса пропану, P_{01} - критичний тиск пропану.

Густини бутану при температурах T_1, T_2, T_3 , відповідно, описуються таким чином

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_2 = \frac{1}{0.153} \frac{8P_{02} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_1} M_2 \\ \rho'_2 = \frac{1}{0.153} \frac{8P_{02} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_2} M_2 \\ \rho''_2 = \frac{1}{0.153} \frac{8P_{02} - \frac{27 T_3}{8 V} + \frac{27 RT_3^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_3} M_2 \end{array} \right. , (5)$$

де M_2 - молекулярна маса бутану, P_{02} - критичний тиск бутану.

Густини домішок при температурах T_1, T_2, T_3 , відповідно, описуються таким чином

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_3 = \frac{1}{0.153} \frac{8P_{03} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_1} M_3 \\ \rho'_3 = \frac{1}{0.153} \frac{8P_{03} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_2} M_3 \\ \rho''_3 = \frac{1}{0.153} \frac{8P_{03} - \frac{27 T_3}{8 V} + \frac{27 RT_3^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_3} M_3 \end{array} \right. , (6)$$

5 де M_3 - молекулярна маса домішок, P_{03} - критичний тиск домішок.

Враховуючи густини пропану, бутану та домішок при різних температурних режимах, визначається кількісний вміст компонентів рідкої фази СНГ

$$k_1 = \frac{1}{RM_1} \left(\frac{8P_{03} - \frac{27 T_3}{8 V} + \frac{27 RT_3^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_3} \frac{P_2 \left(\frac{9.591}{1.4752 - n_2} - 9.5 \right)}{T_2} - \frac{8P_{03} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_2} \frac{P_3 \left(\frac{9.591}{1.4752 - n_3} - 9.5 \right)}{T_3} \right) \cdot$$

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

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

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

$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{8P_{03} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_2} \cdot \frac{P_1 \left(\frac{9.591}{T_1} - 9.5 \right)}{1.4752 - n_1} - \frac{8P_{03} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_1} \cdot \frac{P_2 \left(\frac{9.591}{T_2} - 9.5 \right)}{1.4752 - n_2} \right) \\
 & \left(\frac{8P_{03} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_2} \cdot \frac{8P_{01} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{01} V^2}}{8P_{01} V - RT_1} - \frac{8P_{03} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_1} \cdot \frac{8P_{01} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{01} V^2}}{8P_{01} V - RT_2} \right) \\
 & \left(\frac{8P_{03} - \frac{27 T_3}{8 V} + \frac{27 RT_3^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_3} \cdot \frac{8P_{02} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_2} - \frac{8P_{03} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_2} \cdot \frac{8P_{02} - \frac{27 T_3}{8 V} + \frac{27 RT_3^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_3} \right) ; \\
 & \left(\frac{8P_{03} - \frac{27 T_3}{8 V} + \frac{27 RT_3^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_3} \cdot \frac{8P_{02} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_2} - \frac{8P_{03} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_2} \cdot \frac{8P_{02} - \frac{27 T_3}{8 V} + \frac{27 RT_3^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_3} \right) \\
 & k_2 = \frac{1}{RM_2} \frac{8P_{03} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_2} \cdot \frac{P_1 \left(\frac{9.591}{T_1} - 9.5 \right)}{1.4752 - n_1} - \frac{8P_{03} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_1} \cdot \frac{P_2 \left(\frac{9.591}{T_2} - 9.5 \right)}{1.4752 - n_2} \\
 & \frac{8P_{03} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_2} \cdot \frac{8P_{02} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_1} - \frac{8P_{03} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_1} \cdot \frac{8P_{02} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_2} \\
 & \frac{8P_{03} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_2} \cdot \frac{8P_{01} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{01} V^2}}{8P_{01} V - RT_1} - \frac{8P_{03} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_1} \cdot \frac{8P_{01} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{01} V^2}}{8P_{01} V - RT_2} ; \\
 & -k_1 \frac{M_1}{M_2} \frac{8P_{03} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_2} \cdot \frac{8P_{03} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_1} - \frac{8P_{03} - \frac{27 T_1}{8 V} + \frac{27 RT_1^2}{64 P_{03} V^2}}{8P_{03} V - RT_1} \cdot \frac{8P_{02} - \frac{27 T_2}{8 V} + \frac{27 RT_2^2}{64 P_{02} V^2}}{8P_{02} V - RT_2}
 \end{aligned}$$

5 $k_3 = 1 - (k_1 + k_2),$

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

10 **ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ**

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

Комп'ютерна верстка В. Мацело

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