

ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ КОМПОНЕНТІВ СКРАПЛЕНОГО НАФТОВОГО ГАЗУ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розроблено математичну модель, що адекватно описує вимірювальний перетворювач компонентів скрапленого нафтового газу, який дозволяє визначати не тільки вміст пропану й бутану, але й ненасичених вуглеводнів.

Ключові слова: пропан; бутан; скраплений нафтовий газ.

Abstract

This paper contains a developed mathematical model that properly describes the measuring transducer of liquefied petroleum gas components, which allows determining not only the content of propane and butane but also unsaturated hydrocarbons.

Keywords: propane; butane; liquefied petroleum gas.

Вступ

На сьогодні знаходить широке використання скраплений нафтовий газ як паливо в двигунах автомобільного транспорту, так і установках муніципальних, промислових і сільськогосподарських об'єктів. Скраплений нафтовий газ (СНГ) – це суміш пропану (C_3H_8), бутану (C_4H_{10}) і ненасичених вуглеводнів (приблизно 1%) – етилен, пропілен, бутилен, амілен, гексилен, гептилен тощо. Незважаючи на незначну частку ненасичених вуглеводнів, їх вплив протягом довготривалого періоду на технологічне обладнання погіршує його роботу та може призвести до його виходу з ладу. Це пов'язано з їх недостатньою розчинністю (етилен, пропілен, бутилен) та активним окисленням (амілен, гексилен, гептилен) [1].

Дослідження СНГ передбачає наявність різноманітних методів вимірювання таких його параметрів як тиск, маса, густина, масова частка тощо. Для визначення масової частки найбільш відомими методами є хроматографічний, який дає змогу визначити вміст як основних компонентів, так і ненасичених вуглеводнів, хімічний, за допомогою якого визначаються наявність рідкого залишку, вільної води та луку, радіохвильовий та радіочастотний методи, які дозволяють визначити масові частки складових СНГ [2].

На основі вищенаведених методів реалізовано сенсори, такі як хроматографи, різноманітні мірники тощо. Але основними недоліками зазначених сенсорів є висока вартість, складність процесу вимірювання та низька точність, що пов'язано з визначенням співвідношення лише суміші пропан-бутан, тоді як наявність ненасичених вуглеводнів не завжди враховується [3].

Метою роботи є підвищення точності вимірювального контролю компонентів СНГ шляхом розробки вимірювального перетворювача компонентів СНГ на основі термометричного методу.

Результати дослідження

В роботі [4] запропоновано термометричний метод визначення масової частки СНГ шляхом вимірювання його густини при нагріванні або охолодженні з певним кроком. Отримані таким чином характеристики порівнюються з еталонними та на їх основі шляхом математичних перетворень визначають масові частки компонентів СНГ. Це описується функцією перетворення вимірювального перетворювача, яка є складною багатоступеневою залежністю напруги фотоприймача від зовнішнього впливу.

В роботі запропоновано вимірювальний перетворювач компонентів СНГ, структурна схема якого наведена на рис. 1.

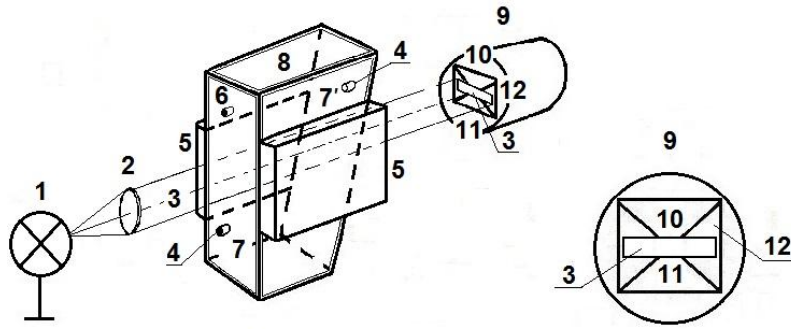


Рис. 1. Структурна схема вимірювального перетворювача компонентів СНГ

В основу роботи вимірювального перетворювача компонентів СНГ покладена залежність показника заломлення від густини СНГ при певній температурі. Тому основними елементами вимірювального перетворювача є джерело випромінювання 1, оптична система 2, вимірювальна кювета 8, в якій знаходиться СНГ, елементи нагрівання 5 та приймач випромінювання 9.

У вимірювальному перетворювачі компонентів СНГ промінь світла 3 від джерела випромінювання 1 фокусується за допомогою оптичної системи 2, проходить через вертикальну 7 стінку вимірювальної кювети 8, в якій знаходиться СНГ, та через похилу 7' стінку вимірювальної кювети 8, потрапляє на приймач випромінювання 9, який представляє собою систему верхнього 10, нижнього 11 та опорного 12 фотоприймачів. Під час вимірювального контролю відбувається нагрівання СНГ елементами нагрівання 5, причому сенсори температури 4 та тиску 6 контролюють процес вимірювання.

Функція перетворення визначається за формулою

$$U = 2P_{\text{вх}} P_i R_n b d t g \alpha \left(1 - \cos \alpha \cdot \left(\left(1,4752 - \frac{9,591}{130RT\rho P^{-1} + 9,5} \right)^2 - \sin^2 \alpha \right)^{\frac{1}{2}} \right), \quad (1)$$

де U – напруга на виході вимірювального перетворювача; $P_{\text{вх}}$ – потужність сигналу на вході приймача випромінювання; P_i – струмова чутливість фотоприймача; R_n – опір навантаження; b – довжина смужки світла; d – товщина шару СНГ; α – кут падіння променя; R – універсальна газова стала; P – тиск СНГ при температурі T ; ρ – густина СНГ.

Результати дослідження функції перетворення (1) наведено на рис. 2 у вигляді залежності напруги вимірювального перетворювача СНГ від зміни густини при різних температурах.

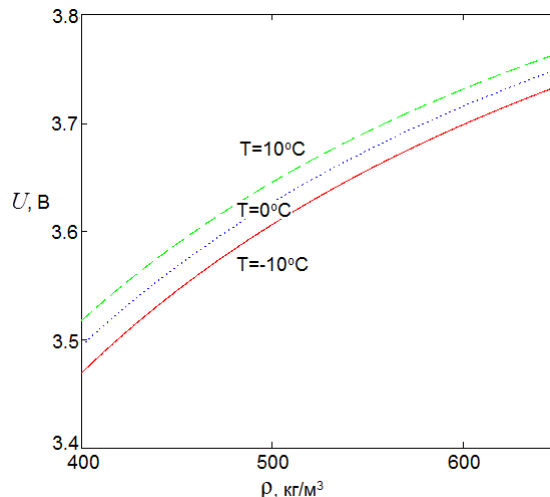


Рис. 2 – Залежність напруги вимірювального перетворювача СНГ від зміни густини при різних температурах

Отримані залежності вказують на те, що із збільшенням густини СНГ напруга вимірювального перетворювача збільшується. Тобто напруга вимірювального перетворювача збільшується в діапазоні від 3,48 до 3,72 В при температурі -10°C , від 3,5 до 3,75 В при температурі 0°C та від 3,52 до 3,76 В при температурі 10°C .

Висновки

В роботі запропоновано математичну модель вимірювального перетворювача компонентів СНГ, яка відображає залежність напруги фотоприймача від кута падіння променя, що проходить крізь товщу СНГ, з врахуванням розподілу температури всередині СНГ, що дозволило підвищити чутливість та точність вимірювань. Попередні розрахунки функції перетворення та значення чутливості показали перспективність засобу вимірювального контролю компонентів СНГ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы / Б.С. Рачевский. – М.: Нефть и газ, 2009. – 640 с.
2. Радиочастотный метод измерения массы сжиженного углеводородного газа [Электронный ресурс] : Ukrainian Context Optimizer. – Режим доступа: <http://uteoss2012.ipu.ru/procdngs/0654.pdf>.
3. Астахов А. Анализ нефтепродуктов с помощью хроматографических методов / А. Астахов // Оборудование и материалы. – 2013. – №3. – С. 48 – 53.
4. Книш Б.П. Визначення кількісного вмісту компонентів скрапленого нафтового газу / Б.П. Книш, Й.Й. Білинський, М.В. Гладішевський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – №1. – С. 112 – 119.

Йосип Йосипович Білинський — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електроніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Богдан Петрович Книш — асистент кафедри електроніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tutmos-3@i.ua

Науковий керівник: **Йосип Йосипович Білинський** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електроніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Bilinskiy Joseph I. – doctor of technical sciences, professor of Department of Electronics Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Knysh Bogdan P. – assistant of Department of Electronics Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, tutmos-3@i.ua.

Anton B Symonenko — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Bilinskiy Joseph I.** — doctor of technical sciences, professor of Department of Electronics Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.