

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ НВЧ ЗАСОБУ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі наведено основні експериментальні результати розробленого НВЧ засобу вимірювання вологості природного газу.

Ключові слова: природний газ, вологість, НВЧ метод.

Abstract

The basic experimental results of the developed instrument of measurement of humidity of natural gas are presented in the work.

Keywords: natural gas, humidity, microwave.

Вступ

Вимірювання вологості газів на НВЧ є різновидом дієлькометричного методу, в якому зміна діелектричних властивостей газів оцінюється за їх взаємодією з радіохвилями сантиметрового діапазону. [1]. Вихідною величиною вимірювального перетворення, що базується на проходженні електромагнітної хвилі по хвилеводу у вільному середовищі, слугує ослаблення [2, 3].

В роботі [4] наведено математичну модель НВЧ вимірювального перетворення вологості природного газу, суть якого полягає у поглинанні НВЧ сигналу, а отже вимірюванні потужності даного сигналу на виході хвилеводу при зміні вологості газу шляхом використання біжучої хвилі.

Результати дослідження

На основі запропонованого вимірювального перетворювача розроблено НВЧ засіб вимірювання вологості природного газу й проведені його дослідження. З цією метою розроблена методика досліджень з використанням спеціалізованого обладнання та засобів вимірювання [5]. Для проведення експериментальних досліджень використане таке обладнання:

1. Розроблений аналізатор вологості ГАПГ-1;
2. Зразковий генератор вологості природного газу «Родник – 2» Зав. № 27 і стаціонарна калібрувальна система Michell Dew Point Calibration System Precesion Dewpointmeter фірми Michell Instruments;
3. Термометр ртутний типу ТЛ – 4, виду № 1 – 5 з діапазоном вимірювань від 0 °С до 100 °С і ціною поділки 0,1 °С .
4. Барометр прецизійний анероїдний з діапазоном вимірювання від от 890 до 1050 КПа (670 – 790 мм рт. ст.), ціною поділки шкали 0,5 КПа та похибкою вимірювань $\pm 0,7$ КПа ($\pm 0,5$ мм рт. ст.).
5. Ротамер РМ-А. Верхня межа вимірювань 0,0025 м³/год. Основна допустима похибка складає ± 4 % від верхньої межі вимірювань

Метою досліджень є визначення можливості застосування запропонованого методу інфрачервоної спектроскопії, який є основою аналізатора вологості природного газу.

Як зразковий пристрій для вимірювання точки роси газу використовувалась калібрувальна система Michell Dew Point Calibration System. Калібрувальна система дозволяє проводити калібрувальну перевірку аналізованого газу відомої вологості, що дало змогу виконати калібрування запропонованого засобу вимірювання вологості. На рис. 4.7 наведено зовнішній вигляд стаціонарної калібрувальної системи Michell Dew Point Calibration System. Основною перевагою установки Michell Dew Point Calibration System є можливість проточних вимірювань.

Michell Dew Point Calibration System складається з таких модулів:

- компресорна станція (Durr Technik TA-200K);
- осушувач стиснутого повітря (Domnik Hunter MiDAS DAS1);
- осушувач обдування під тиском (Michell PSD-4);
- система введення пари (Michell VDS-3);

- прецизійний вимірювач точки роси серії 4000 (Michell S4000TRS).

Дослідження НВЧ засобу вимірювання вологості природного газу проводилися при температурі 19 °С, тиску одна атмосфера та швидкості потоку газу 10 л/хв. Розхід газу складав 2 дм³/хв. Отримані значення вологості за точкою роси за допомогою калькулятора Free Professional Online Humidity Calculator перераховувалися в абсолютну вологість, відносну вологість і в одиниці вологості ppm [6, 7].

При проведенні експериментальних досліджень вимірювання вологості отримано 400 значень у діапазоні від – 72 °С т. т. р. до – 1,9 °С т. т. р. При дослідженні характеристик засобу проводились вимірювання при температурі точки роси, що відповідала – 58,21 °С т. т. р. і – 71,6 °С т. т. р. протягом 30 хв., що дозволило отримати 1000 точок вимірювання. Значення вологості газу задавалося калібрувальною системою Michell Dew Point Calibration System. Вимірювання дійсного значення вологості проводилося за допомогою прецизійного вимірювача точки роси Michell S4000TRS (Великобританія).

В ході проведення досліджень отримано експериментальну статичну характеристику. Аналіз результатів експериментальних досліджень показав збіжність теоретичної та експериментальної характеристики. Відхилення експериментальної залежності від теоретичної не перевищує 7 %.

Встановлено, що із зростанням абсолютної вологості потужність випромінювання спадає за експоненціальним законом. Довжина електромагнітної хвилі, а також відстань проходження НВЧ сигналу визначає поріг чутливості вимірювального перетворення вологості. Крім цього встановлено, що значення похибки, яка вноситься впливом температури та тиску, є незначною.

В результаті метрологічних досліджень експериментального НВЧ засобу вимірювання вологості природного газу встановлено, що засіб дозволяє вимірювати вологість в діапазоні 1-17 г/м³, що відповідає світовому рівню.

Висновки

В роботі наведено результати експериментальних досліджень запропонованого НВЧ засобу вимірювання вологості природного газу. Отримано експериментальну статичну характеристику. Відхилення експериментальної залежності від теоретичної не перевищує 7 %. Встановлено, що із зростанням абсолютної вологості потужність випромінювання спадає за експоненціальним законом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. М. А. Берлинер, *Измерения влажности*. М. : Энергия, 1973, 400 с.
2. Gritsenko A.I., Istomin V.A., Kulkov A.N., Suleimanov R.S. *Gathering and Conditioning of Gas on the Northern Gas Fields of Russia*. Moscow, Nedra Publishing House, 1999.
3. Москалев И. Н. , Битюков В. С. , Филоненко А. С. , Гаврилин А. К. , Федосов В. М. , Ефременко И. А. *Влагометрия природного газа: состояние и проблемы*. Москва, ИРЦ Газпром, 1999, 36 с.
4. Білінський Й.Й. Розробка математичної моделі двоканального НВЧ вимірювального перетворювача вологості природного газу / Й. Й. Білінський, О.С. Городецька, Д.В. Новицький // Вісник Вінницького політехнічного університету – 2019. – № 4(145). – С. 19–24.
5. Плехоткин В. П. , Ткаченко М. Ф. , Серебро Ж. М. *Методические особенности определения точки росы природных горючих газов*. В сб. "Всесоюзная научно-техническая конференция Термогаз-89", Харьков, 1989, 209-214 с.
6. Лавренчик В. Н. *Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов* / В. Н. Лавренчик – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 272 с.
7. Білінський Й.Й. Аналізатор вологості природного газу та оцінка вірогідності вимірювального контролю вологості/ Й.Й. Білінський, О.С. Городецька, В.В. Онушко // *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. – 2012. – №3. – С. 28-31.

Йосип Йосипович Білінський – проф., зав. кафедри ЕНС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця; e-mail: yosyp.bilynsky@gmail.com

Володимир Дмитрович Новицький – аспірант кафедри ЕНС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: dmytro.novitskiy@gmail.com

Bilynsky Yosyp Y. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Electronics and Nanosystems; e-mail: yosyp.bilynsky@gmail.com

Volodymyr Novitskiy – postgraduate the Chair of Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dmytro.novitskiy@gmail.com