

$$U_{аб} = 2 \cdot U_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \mu.$$

Відповідно вплив напруги зміщення операційних підсилювачів коригується і вихідна напруга калібратора є пропорційна до коефіцієнта перетворення коду-керованого подільника  $\mu$ . Експериментальні дослідження показали, що нескориговане значення адитивної складової похибки не перевищує значення  $\pm 1$  мкВ.

**Перелік використаних джерел:**

1. Бойко О., Столярчук П., Яцук В., Матвій В. Покращення метрологічних характеристик серійних переносних калібраторів опору, напруги, струму // *Вимірювальна техніка та метрологія*, № 56. - 2000. – С. 78-81.

2. Яцук Ю., Янович Р. Коригування адитивної складової похибки коду-керованих калібраторів напруги // *Тези II-ї міжнар. наук.-практ. конф. «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи»*, 28-30 травня 2015 – Львів: НУ «Львівська політехніка». – С. 228-229.

3. П.С. Євтух, Т.М. Пелешок Властивості алгоритму корекції систематичних похибок з використанням розрахункових поправок // *Методи та прилади контролю якості*. - 2006. - № 16. - С. 93-94.

## **ПОРТАТИВНИЙ КАЛОРИМЕТР ПРИРОДНОГО ГАЗУ ПРЯМОЇ ДІЇ**

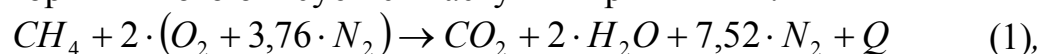
**Петришин І.С., Бас О.А., Присяжнюк Л.О.**

*ДП «Івано-Франківськстандартметрологія», Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Вовчинецька, 127*

Розроблення портативного газового калориметра, в якому відбувається безпосереднє спалювання порції природного газу і за допомогою якого можна визначити теплоту згоряння природного газу прямим методом, в тому числі і у споживачів комунально-побутового сектору із застосуванням газової плити споживача є актуальною на даний час науковою задачею з прикладним застосуванням в галузі обліку природного газу.

Авторами запропоновано проводити розроблення портативного калориметра згоряння, в якому буде враховуватись вплив негорючих компонентів та наявність вологи у газі, шляхом синтезу калориметра прямого згоряння з додатковою функцією контролю параметра стехіометричного горіння шляхом вимірювання вмісту залишкового кисню в димових газах та їх температури, тобто в розробленому калориметрі необхідно поєднати прямий та непрямий метод спалювання природного газу.

Після проведення детального дослідження принципу стехіометричного спалювання, процес горіння якого описується наступним рівнянням:



встановлена залежність між значення теплоти згоряння природного газу та теоретичним значенням стехіометричного співвідношення, яке потрібне при згорянні чистих газів, яка представлена на рис. 1. Отримана залежність має лінійний характер і підтверджує, що значення теплоти згоряння природного газу є лінійною

функцією кількості повітря до об'єму газу, яке необхідне для досягнення стабільного стехіометричного горіння.

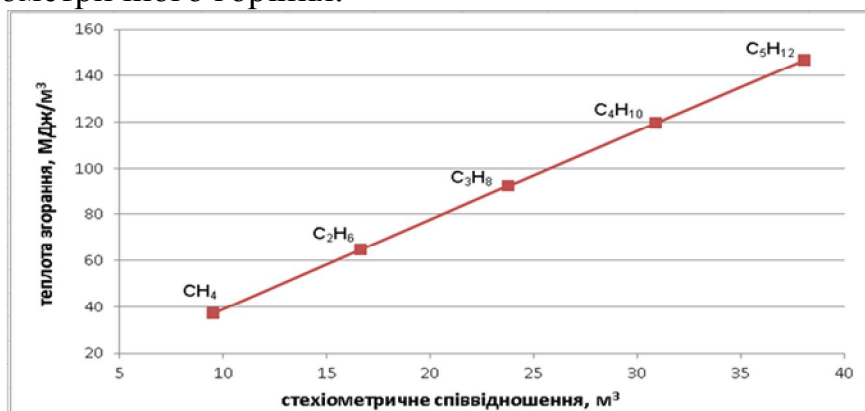
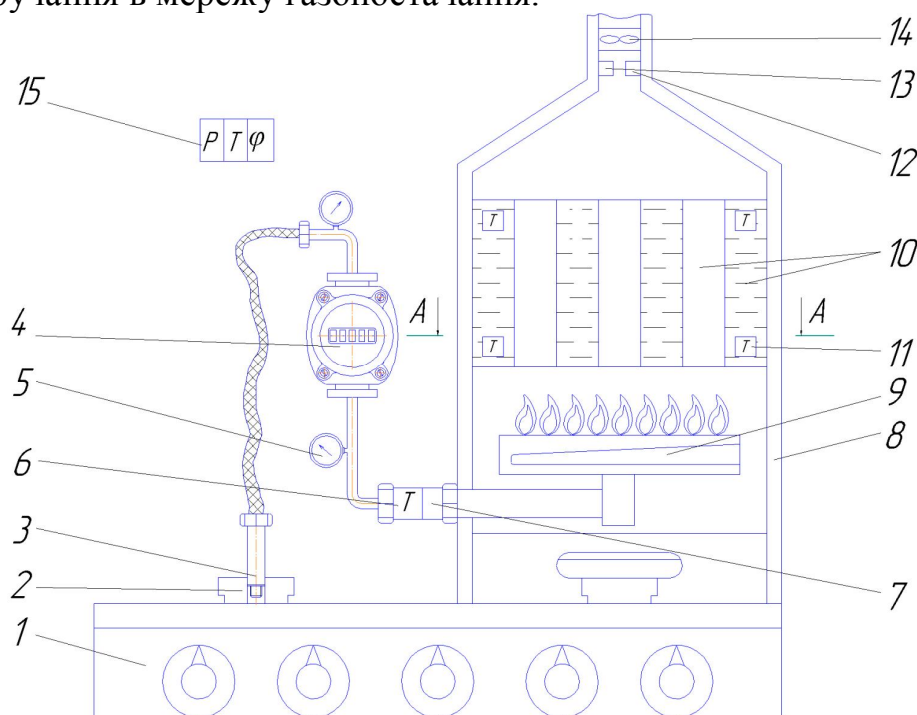


Рисунок 1 – Залежність теплоти згорання чистого газу  $C_nH_{2n+2}$  від стехіометричного співвідношення

На основі проведених попередніх досліджень [1], авторами розроблений портативний калориметр для визначення теплоти згорання природного газу, в тому числі і в умовах побутового сектору, схема якого представлена на рис. 2. Калориметр розроблявся як портативний переносний прилад з можливістю проведення вимірювань безпосередньо в споживача, в умовах, які відповідають реальному споживанню природного газу та із застосуванням газоспоживаючих приладів без втручання в мережу газопостачання.



1 – газова плита, 2 – конфорка, 3 – штуцер, 4 – лічильник газу, 5, 6 – давачі тиску та температури газу, 7 – інфрачервоні давачі вмісту метану та  $CO_2$  в газі, 8 – калориметрична колонка згорання, 9 – газовий пальник, 10 – теплообмінник, 11 – давачі температури рідини, 12 – давач вмісту залишкового кисню, 13 – давач температури димових газів, 14 – регулятор кількості димових газів; 15 – давачі тиску, температури та вологості.

Рисунок 2 – Схема розробленого калориметра для визначення теплоти згорання природного газу в побутовому секторі

Основними складовими елементами розробленого портативного переносного калориметра є: калориметрична колонка згоряння із газовим пальником, термоізолюваний теплообмінник із відомим об'ємом теплоносія з попередньо визначеними фізико-хімічними характеристиками та пристрій для визначення об'єму спожитого природного газу.

Проведений метрологічний аналіз розробленого калориметра та оцінена відносна похибка, яка не перевищує 0,5 %, що відповідає вимогам 2 класу точності, які встановлені в ДСТУ ISO15971:2014.

**Перелік використаних джерел:**

1. Петришин І.С., Присяжнюк Т.І., Бас О.А. Метод та спосіб визначення теплоти згоряння природного газу у споживачів комунально-побутового сектору // *Метрологія та прилади*. – 2017. - № 1 (63). – С. 47 - 53.

## **АНАЛІЗ ТА РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ РОБОТИ ПОБУТОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ ГАЗУ**

**Федоришин Р. М., Матіко Ф. Д., Пістун Є. П., Зубко Т. О.**

*Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна*

Побутовий лічильник природного газу є комерційною системою обліку, за показами якої здійснюється фінансовий розрахунок споживача за спожитий газ. Оскільки кількість побутових систем обліку газу значно перевищує кількість промислових систем обліку в Україні, то дослідження точності вимірювання об'єму газу за допомогою побутових лічильників є актуальним питанням. Основною проблемою під час роботи побутових лічильників є те, що вони вимірюють об'єм газу за робочих умов і не зводять виміряне значення об'єму до стандартних умов (20 °С, 101325 Па). Температура газу, що протікає через побутовий лічильник може змінюватися в широких межах (від -5 °С до +30 °С), проте у більшості випадків вона є нижчою за 20 °С і, як наслідок, має місце заниження виміряного значення об'єму газу. Ця проблема є частково усунена у лічильниках із термокомпенсаторами, проте вартість таких лічильників є більшою у порівнянні з лічильниками без термокомпенсаторів і вони встановлюються рідко. Для приведення об'єму газу, виміряного за допомогою побутового лічильника, до стандартних умов застосовують коефіцієнти коригування показів лічильника згідно [1].

Вплив температурних умов роботи побутового лічильника на виміряне значення об'єму газу проявляється у таких випадках:

- коли температура потоку газу та температура навколишнього повітря відрізняється від 20 °С;

- коли лічильник газу встановлено на ділянці, де відбувається перехідний процес стабілізації температури газу (наближення до температури навколишнього повітря).

Зміна температури газу вздовж трубопроводу може бути розрахована за допомогою формули [2, 3]: