

калорійності до 7% між різними джерелами. Також спостерігається, що природний газ з ГРС Битків Надвірнянського НГВУ має найвищу калорійність, а з газ ГРС Саджава Богородчанського ПСГ – найнижчу. Зміна калорійності природного газу з ГРС Битків характеризується особливостями місцевого Битків-Бабченського нафтогазоконденсатного родовища. Проте не спостерігається великих розбіжностей калорійності природного газу з ПГРС Тисмениця Богородчанського ЛВУМГ.

Вміст діоксиду вуглецю змінюється в межах від 0,11 %, мол до 2,89 %, мол (рис.1 б) і немає яскраво виражених закономірностей зміни вмісту CO<sub>2</sub> від місяця чи пори року. Вміст азоту в природному газі змінюється в межах від 0,35 %, мол до 2,52 %, мол (рис.1 в), при цьому вміст N<sub>2</sub> у всіх джерелах газопостачання є майже однаковий, крім яскраво виражених піків в літні місяці на ГРС Болехів Долинського ЛВУМГ.

Отримані результати підтверджують необхідність постійного контролю за теплою згорання природного газу, що без належного контролю може бути одним із суттєвих джерел його втрат. Також наведені дослідження можуть бути конкретним прикладом для задання діапазонів зміни калорійності і компонентного складу газу при розробленні нових способів діагностування і контролю якісних показників природного газу.

**Перелік використаних джерел:**

*Природний газ. Визначення енергії: ДСТУ ISO 15112:2009. – [Чинний від 2011-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 48 с.*

## **ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМУТАЦІЙНО - ІНВЕРТУЮЧИХ МЕТОДІВ КОРИГУВАННЯ АДИТИВНИХ ПОХИБОК КАЛІБРАТОРІВ НАПРУГИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

**Матвій Р.О., Яцук В.О.**

*Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра інформаційно-вимірювальних технологій 79013, м. Львів, вул. Бандери, 12*

Як відомо найпростішим методом забезпечення високих метрологічних характеристик електронних засобів вимірювальної техніки, зокрема калібраторів напруги постійного струму є використання прецизійної елементної бази [1]. Підвищення точності елементів викликає зростання собівартості засобу вимірювання в цілому. Компромісним рішенням для забезпечення комплексу основних метрологічних і техніко-економічних характеристик калібраторів напруги є використання структурно алгоритмічних методів коригування похибок.

Для коригування похибок, які в основному виникають від впливу напруги зміщення операційних підсилювачів запропоновано використовувати метод комутаційного інвертування [2]. До основних недоліків цього методу можна віднести відсутність спільних з'єднань вихідних сигналів з загальною шиною вхідних вузлів, що призводить до підвищеного рівня завад на виході калібратора напруги.

Вдосконалена структурна схема калібратора напруги постійного струму (КНПС) наведена на рис. 1.

Структурна схема містить двополярне джерело зразкової напруги ДДЗН, комутатори К1 і К2, вхідний підсилювач ВхП, вихідний підсилювач ВихП, інвертувальний підсилювач ІП, кодо-керований подільник напруги КПН, аналогові пам'яті АП1 і АП2, суматори напруги  $\Sigma 1$  і  $\Sigma 2$ , низькочастотні фільтри Ф1 і Ф2, тактовий генератор ТГ.

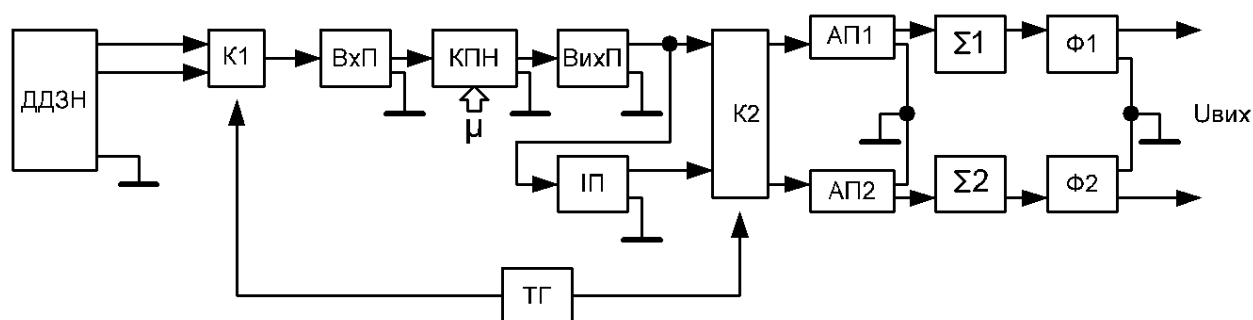


Рисунок 1– Структурна схема калібратора напруги постійного струму

На рис. 2 наведена принципова схема вихідної частини КНПС. В залежності від сигналів тактового генератора вихідні напруги операційних підсилювачів ДА1 і ДА2 через відповідні замкнуті ключі К2-1, К2-2, К2-3 і К2-4 поступають на конденсатори С1, С2, С3 і С4, напруга яких визначається виразом:

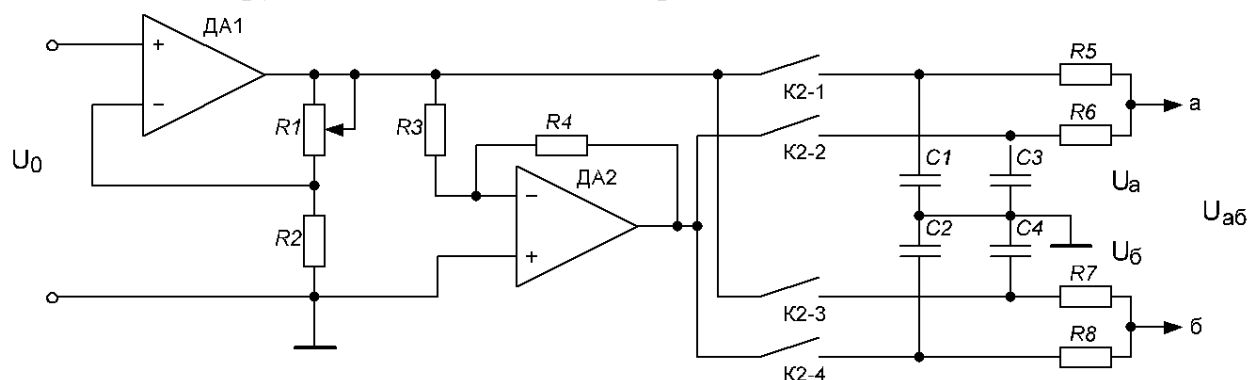


Рисунок 2– Принципова схема вихідної частини калібратора напруги постійного струму

$$U_{C1} = [(U_{0+} + \Delta U_1) \cdot K_1 \cdot \mu + \Delta U_2] \cdot K_2;$$

$$U_{C2} = -\{[(U_{0+} + \Delta U_1) \cdot K_1 \cdot \mu + \Delta U_2] \cdot K_2 - 2 \cdot \Delta U_3\} \cdot K_3;$$

$$U_{C3} = -\{[(U_{0-} + \Delta U_1) \cdot K_1 \cdot \mu + \Delta U_2] \cdot K_2 - 2 \cdot \Delta U_3\} \cdot K_3;$$

$$U_{C4} = -[(U_{0+} + \Delta U_1) \cdot K_1 \cdot \mu + \Delta U_2] \cdot K_2,$$

де  $\Delta U_1$ ,  $\Delta U_2$ ,  $\Delta U_3$  – напруги зміщення відповідно вхідного підсилювача, вихідного підсилювача і інвертувального підсилювача.

Напруги з конденсаторів додатково усереднюються на суматорах. При умові, що  $R5=R6$ ,  $R7=R8$ ,  $K_3=1$ ,  $|U_+|=|U_0|=U_0$  отримуються вирази для напруг в точках а і б:

$$U_a = U_0 \cdot K_1 \cdot \mu \cdot K_2 + \Delta U_3;$$

$$U_b = U_0 \cdot K_1 \cdot \mu \cdot K_2 - \Delta U_3.$$

При цьому напруга між точками а і б визначається виразом:

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

Відповідно вплив напруги зміщення операційних підсилювачів коригується і вихідна напруга калібратора є пропорційна до коефіцієнта перетворення кодо-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., Матвійів 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 кодо-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**

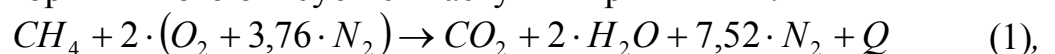
**Петришин І.С., Бас О.А., Присяжнюк Л.О.**

*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