

4. Выводы

Таким образом, предложен алгоритм распознавания, который не требует предварительной сегментации и за одну итерацию позволяет определить координа-

ты символов, соответствующих одному заданному шаблону.

При этом уменьшается вычислительная сложность алгоритма из-за отсутствия операций умножения и снижения общего числа операций сложения.

Литература

1. Глушенко, Л. А. Определение вероятности распознавания алфавитно-цифровой информации на экране монитора [Текст] / Л. А. Глушенко, А. М. Корзун, Н. И. Павлов, А. Н. Силантьев, В. В. Янчук // Труды конференции "Прикладная оптика-2006". – Т.1. – С.183.
2. Михайлов, И. А. Об одном методе распознавания изображений [Текст] / И. А. Михайлов // Моделирование и анализ информационных систем. – 2007. – Т. 14. – № 4 – С. 7 – 12.
3. Михайлов, И. А. Некоторые методы распознавания изображений [Текст] / И. А. Михайлов // Моделирование и анализ информационных систем. – 2008. – Т. 15. – № 4 – С. 56 – 64.
4. Карлин, А.К. Распознавание номеров железнодорожных цистерн с использованием корреляционного алгоритма [Текст] / А. К. Карлин, А. Н. Малков, Е. А. Тимофеев, Г. П. Штерн // Математика, кибернетика, информатика. Труды международной научной конференции (Ярославль, 25 – 26 июня, 2008). – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – С. 103 – 110.
5. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений [Текст] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
6. Соифер, В. А. Методы компьютерной обработки изображений [Текст] / В. А. Соифер. – М.: Физматлит, 2001. – 784 с.
7. Штарк, Г. Применение вейвлетов для ЦОС [Текст] / Г. Штарк. – М.: Техносфера, 2007. – 192 с.
8. Хмелев, Р. В. Совместное использование структурного анализа и метрики Хаусдорфа при сравнении объекта и эталона [Текст] / Р. В. Хмелев // Компьютерная оптика. – 2005. – В.27. – С. 174 – 176.
9. Глумов, Н. И. Метод быстрой корреляции с использованием тернарных шаблонов при распознавании объектов на изображениях [Текст] / Н.И.Глумов, Е.В.Мясников, В. Н. Копенков, М. А. Чичева // Компьютерная оптика. – 2004. – №3. – Т.32.
10. Форсайт, Д. А. Компьютерное зрение. Современный подход [Текст] / Д. А. Форсайт, Жан Понс. – М.: Вильямс, 2004. – 928 с.

Розроблено високоточні синтезатори перевірювальних газових сумішей на основі змішування потоків чистих компонентів за допомогою дозуючих дроселів. Ці пристрої призначені для градування і метрологічної перевірки газоаналітичної апаратури, зокрема хроматографів димових газів. Описано пристрої для підбору рівноопорових дроселів на одному і на різних газах та оцінені похибки встановлення рівності опорів підбираєних дроселів

Ключові слова: синтезатор перевірювальних сумішей, дозуючий капіляр, аналіз димових газів

Разработаны высокоточные синтезаторы поверочных газовых смесей на базе смешения потоков чистых компонентов при помощи дозирующих дросселей. Эти устройства предназначены для градуировки и метрологической проверки газоаналитической аппаратуры, в частности хроматографов дымовых газов. Описаны устройства для подбора дросселей с равными сопротивлениями, работающими на одном и на разных газах. Оценены погрешности установления равенства сопротивлений подбираемых дросселей

Ключевые слова: синтезатор поверочных смесей, дозирующий капилляр, анализ дымовых газов

УДК 681.2.53.082:543.544:389.14

ПОБУДОВА СИНТЕЗАТОРІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНАЛІЗУ ДИМОВИХ ГАЗІВ

І. В. Ділай

Кандидат технічних наук*

E-mail: divlv@ukr.net

З. М. Теплюх

Доктор технічних наук*

E-mail: atxp2010@ukr.net

*Кафедра автоматизації теплових і хімічних процесів

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. Ст. Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013

1. Вступ

1.1. *Постановка проблеми.* Ефективність роботи теплових електричних станцій суттєво залежить від

можливості отримання достовірної первинної інформації про хід технологічних процесів. Відсутність чи невідповідність контрольно-вимірювальної апаратури може спричинити недосконалу роботу техноло-

гічних апаратів, зокрема, неякісне згорання палива. Контроль і оптимізація процесів згорання палива у значній мірі повинні базуватися на неперервному визначенні складу димових газів. Склад продуктів спалювання дає змогу оцінити [1]: ступінь завершеності процесу згорання палива (втрати Q_3 від хімічної неповноти горіння); умови згорання палива (коефіцієнт α надлишку повітря); характер згорання палива в окремих зонах паливни (динаміку процесу горіння); присмокту повітря в газоходах; дотримання норм гранично допустимих концентрацій викидів шкідливих речовин в атмосферу. Проте застосовувані дотепер методи і прилади газового аналізу не відповідають сучасним вимогам експлуатації котельних установок. Так, абсолютна похибка визначення концентрації компонентів, як правило, є на рівні 0,2% об., що недопустимо, особливо якщо врахувати, що концентрація окремих компонентів у димових газах є значно меншою за вказану величину похибки [2].

Практично процес спалювання (в найліпшому варіанті) здійснюють з допомогою контролю лише за вмістом O_2 у димових газах, що забезпечує корекцію співвідношення паливо-повітря на вході об'єкта. Проте цього явно недостатньо. Актуальними є питання автоматичного контролю вмісту горючих і шкідливих компонентів димових газів. У зв'язку з цим для аналізу продуктів згорання доцільно застосовувати хроматографічний метод, який за точністю і надійністю отримуваних результатів може значно переважати застосовувані досі методи і відкриває можливість для неперервного контролю за процесом горіння в котельних установках.

1.2. *Аналіз досліджень і публікацій.* На виробництві застосуванню аналізаторів не в останню чергу перешкоджає проблема метрологічної перевірки таких приладів, основними засобами чого є перевірювальні газові суміші [3, 4]. Проте застосування перевірювальних газових сумішей зв'язане з низкою труднощів. Дотепер основну кількість таких сумішей готують лише в окремих центрах країни у балонах високого тиску. Така організація виробництва сумішей має низку недоліків, найважливішими з яких є: значні транспортні затрати і збільшені втрати сумішей; обмежена номенклатура пропонованих газозмішувальними станціями сумішей; недостатня в багатьох випадках точність задання концентрацій компонентів; обмежений термін зберігання сумішей в балонах. Крім того, для якісної метрологічної перевірки потрібні суміші, які за складом відповідають аналізованому [5], а пропоновані газозмішувальними організаціями суміші є в основному дво- або трикомпонентними, тобто далекими від реального складу димових газів. Вказані та деякі інші недоліки призводять до того, що виробничники часто не дотримуються вимог щодо термінів перевірки газоаналітичної апаратури, в результаті чого її похибки перевищують нормативні. Особливо гострими залишаються проблеми метрології для хроматографів, оскільки вони потребують постійного (зокрема після кожного ввімкнення) підтвердження своїх градувальних характеристик [6].

Як відомо [7], градування і перевірка всякого аналітичного приладу вимагає щонайменше трьохчотирьох перевірювальних сумішей для кожного компонента аналізованої суміші з різним вмістом визна-

чального компоненту (в усьому діапазоні можливих змін концентрації цього компоненту) і одними й тими ж концентраціями супутніх компонентів. Проте застосовувані дотепер методи приготування перевірювальних сумішей не можуть забезпечити таких умов градування, а, крім того, використання сумішей з фактично довільними концентраціями компонентів не забезпечує якісної оцінки впливу на вихідний сигнал аналізатора (для кожного визначального компонента) зміни концентрацій супутніх компонентів.

Дотепер перевірювальні суміші готують, в основному, методом парціальних тисків в балонах високого тиску і атестують за процедурою приготування або аналітичними методами. Димові гази містять щонайменше шість основних компонентів і тому для калібрування аналізаторів лише по цих компонентах потрібно біля двадцяти різних перевірювальних сумішей. Необхідність купівлі, транспортування і зберігання такого потужного парку балонів з перевірювальними газовими сумішами часто призводять до градування в ліпшому випадку лише кількома сумішами, тобто по одній-двох точках для кожного компонента, що суперечить методикам, прийнятим в газовому аналізі. Крім того, газова суміш з малими концентраціями компонентів (зокрема такими як вуглекислий газ, кисень, водень) має обмежений час зберігання [8] в балоні внаслідок деформації концентрацій компонентів.

Недоліки застосовуваних методів приготування газових сумішей зумовили появу газодинамічних змішувальних пристроїв (синтезаторів), які потребують тільки джерел чистих компонентів (наприклад, в балонах високого тиску). Дослідження показують, що такий спосіб отримання газових сумішей є ефективніший і економічно вигідніший.

1.3. *Метою роботи* є розроблення та застосування газодинамічних синтезаторів перевірювальних сумішей для метрологічного забезпечення газоаналітичних приладів контролю горіння палива, зокрема і побудованих на дроселях з рівними (кратними) газодинамічними опорами (або провідностями).

2. Виклад основного матеріалу

2.1. Склад димових газів і принципи побудови синтезатора суміші їх основних компонентів

Основу димових газів складають азот, вуглекислий газ, кисень, метан, водень і чадний газ, їх загальний вміст становить, як правило, 99,8...99,9%. В той час як концентрації вказаних основних компонентів відображають якість згорання палива, решта компонентів димових газів практично не впливають на неї. Так, наприклад, присутність CH_4 у відхідних газах може бути викликана нерівномірністю перемішування палива з повітрям, наявністю локальних низькотемпературних зон або прямим проскоком неспаленого газу. При спалюванні газу та рідкого палива з малим надлишком повітря, коли існують жорсткі вимоги до контролю за підтриманням такого надлишку, до точності визначення концентрації компонентів димових газів, в першу чергу O_2 , CO , CH_4 і H_2 . У разі роботи паливни з α , близьким до одиниці (1,01...1,02), вміст O_2 необхідно вимірювати з похибкою, яка не перевищує 0,01%.

Залежно від складу (кількості компонентів та їх концентрацій) синтезованої газової суміші, точності задання і підтримання концентрацій, кількості різних сумішей, витрати суміші, тиску суміші на виході синтезатора та інших факторів необхідно застосовувати різні принципи побудови синтезаторів.

Розроблені нами раніше базові принципи побудови синтезаторів [9] передбачають роботу усіх дозуючих капілярів за *однакових* перепадів тисків, а також використання дроселів з *рівними* газодинамічними опорами на одному та різних газах. Така побудова синтезаторів в принципі може забезпечити створення якісних пристроїв синтезу складних сумішей заданого складу для макроконцентрацій (100...1%) компонентів, проте для менших концентрацій необхідно застосовувати велику кількість капілярів. Іншим варіантом побудови синтезаторів є забезпечення різних перепадів тисків на капілярах змішувача для різних компонентів, що суттєво зменшує кількість дозуючих капілярів та призводить до економії чистих компонентів.

Далі наведені засоби для підбору дроселів та розроблений синтезатор суміші основних компонентів димових газів.

2.2. Підбір дроселів і оцінювання його похибки

Точну підгонку (градування) капілярів можна здійснити за допомогою високоточного плівкового витратоміра, сумарна похибка вимірювання якого не перевищує 0,15% або розрахунковим шляхом, якщо синтезатор передбачає застосування дроселів з рівними газодинамічними опорами (ГДО), які працюють як на одному так і на різних газах. Задача підбору таких дроселів потребує додаткових досліджень, особливо в плані встановлення точності такого підбору.

Пристрій для підбору дроселів з рівними опорами на одному газі (рис. 1,а) побудований на основі мостової схеми з дроселів 1-4, вимірювальна діагональ якої містить високочутливий нуль-індикатор 7 перепаду тисків, призначений для визначення збалансованості моста і відповідно рівності або нерівності ГДО двох (або більше) почергово встановлюваних у одне і теж плече дроселів [10].

Найменше значення похибки підбору $\delta_{R_{ГД}}$ (зони невизначеності), якщо підбір робити до досягнення нуля сигналу нуль-індикатора, тобто до перепаду, який відповідає його порогу чутливості П [11]:

$$\delta_{R_{ГД}} = 2П / (R_i S_R) , \tag{1}$$

де R_i – абсолютне значення опору; S_R – чутливість моста.

Оскільки підбір рівноопорних дроселів здійснюють зміною довжини l їх прохідних каналів при постійних значеннях усіх решти параметрів, то аналіз чутливості моста виконаний щодо зміни довжини капіляра.

У разі підбору капілярів з опором, рівним опорі:

а) вхідного дроселя (наприклад, капіляра 1 (рис. 1,а), отримуємо

$$S_{l_1} = \delta^4 [W - W_1 + (\lambda - 1)(1 - W / W_1)] / (\lambda l_1 Y_1 V^2 P_a) , \tag{2}$$

б) вихідного дроселя (наприклад, капіляра 2) , отримуємо

$$S_{l_2} = -(2 - \lambda)(W - W_2) + (\lambda - 1) [\lambda - (\lambda W + U_2) / W_2] / (l_2 Y_2 V^2 P_a) , \tag{3}$$

де d_1, d_2 і l_1, l_2 – відповідно діаметр і довжина прохідних каналів першого і другого капілярів робочого подільника;

$$\lambda = l_1 / l_2 ; \delta = d_1 / d_2 ; V = 1 + \delta^4 ; W = \lambda + \delta^4 ; Y_2 = K_2 X ; K_2 = \xi d_2^4 / l_2^2 ; X = (512 R_3 T \mu^2)^{-1} ; W_1 = (W^2 + U_1)^{1/2} ; W_2 = (W^2 + U_2)^{1/2} ; U_1 = \lambda^2 Y_1 V P_{12} ; U_2 = \delta^4 Y_2 V P_{12} .$$

Значення міждросельного тиску двохелементного капілярного подільника визначають за залежністю:

$$P_a = \left\{ P_8 + 2(\lambda - 1) / (Y_2 V^2) \left[W - (W^2 + Y_2 V \delta^4 P_{12})^{1/2} \right] \right\}^{1/2} , \tag{4}$$

де $P_8 = [P_1^2 \delta^4 + P_2^2] / V ; P_{12} = P_1^2 - P_2^2 .$

Пристрій для встановлення рівності опорів дроселів на різних газах (рис.1,б) побудований на основі диференційної схеми, в основі якої лежать дві газодинамічні ланки ємність-дросель (7-1 і 8-2), через кожен з яких протікає різний газ [10]. На відміну від попереднього, у цьому пристрої встановлення рівності ГДО дроселів 1 і 2 відбувається в динамічному режимі, протягом якого відбувається витікання газу з ємностей 7 і 8. У разі рівності ГДО дроселів 1 і 2 нуль-індикатор 6 не фіксує наявності перепаду тиску і навпаки.

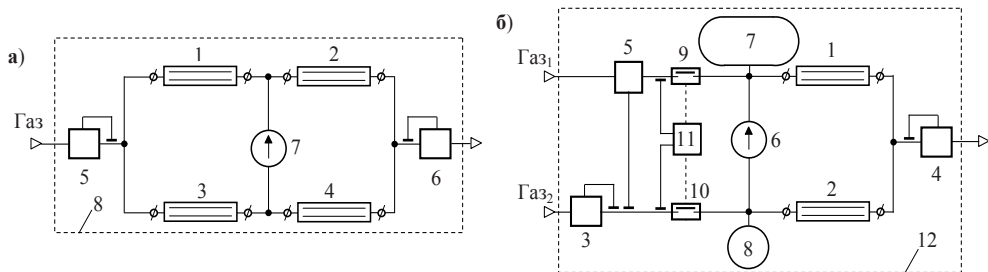


Рис. 1. Принципова схема пристроїв для встановлення рівності ГДО двох дроселів: а) на одному газі; 1-4 – капіляри; 5, 6 – стабілізатори абсолютних тисків; 7 – нуль-індикатор перепаду тисків; 8 – термостат; б) на різних газах; 1, 2 – капіляри; 3, 4 – стабілізатори абсолютних тисків; 5 – повторювач; 6 – нуль-індикатор перепаду тисків; 7, 8 – ємності; 9, 10 – клапани; 11 – блок керування; 12 – термостат

Оцінити похибку підбору дроселів з рівними ГДО на різних газах доцільно із застосуванням добре розробленої теорії електричних кіл для аналізу та синтезу кіл пневмоавтоматики.

Тому для дослідження похибки підбору рівноопорних дроселів на різних газах розглянута еквівалентна електрична схема і за відповідними аналогіями одержані результати перенесені на газодинамічну схему.

Похибку підбору дроселів з рівними ГДО на різних газах можна оцінити за залежністю [12]

$$\delta_p = -2 \cdot \ln(1 - \exp(1) \cdot \Pi / \Delta_p) + \delta_0, \tag{5}$$

де Δ_p – зміна тиску в ємностях за час від початку до завершення перехідного процесу; δ_0 – похибка підбору рівноопорних дроселів на одному газі.

Наприклад, для вибраних значень параметрів $\Delta_p = 25$ кПа, $\Pi = 0,1$ Па, $\delta_0 = 0,002\%$ похибка δ_p підбирання капілярів із рівними ГДО на різних газах складає $0,0042\%$.

Отже, одержане значення похибки δ_p підтверджує доцільність застосування розробленого пристрою для встановлення рівності ГДО двох дроселів на різних газах.

Розроблений пристрій для встановлення рівності газодинамічних опорів двох дроселів на різних газах забезпечує значно вищу точністю підбирання дроселів, ніж, наприклад, вимірюванням їх ГДО за допомогою відомих пристроїв. У пристрої процес встановлення рівності опорів на різних газах здійснюється за допомогою високочутливих індикаторів наявності перепаду тиску (нуль-індикаторів), а не вимірювальних приладів.

Підвищення точності підбору двох дроселів здійснюється завдяки інтегруючій властивості з'єднання «камера-дросель», що зумовлено збільшенням у процесі експерименту різниці тисків у камерах навіть при незначній різниці в ГДО підбраних дроселів, а також завдяки синхронності виконання експерименту на різних газах і створення ідентичних умов для підбраних дроселів.

2.3. Синтезатор основних компонентів димових газів

Розроблений синтезатор багатоконпонентної газової суміші призначений для перевірки хроматографів і представляє особливості реалізації газодинамічних дросельних змішувачів для приготування і використання складних сумішей.

Під час згоряння палива, залежно від режиму роботи котла концентрації компонентів димових газів можуть значно відхилитися від регламентованих. Діапазони концентрацій для синтезатора на основні компоненти димових газів наведені в табл. 1.

Для уникнення при градуванні впливу на вихідний сигнал хроматографа концентрацій супутніх компонентів у продуковану ГДС суміш введений як додатковий компонент газ-носії хроматографа (наприклад, гелій).

Це дає змогу одночасно змінювати на однакове значення, але в протилежних напрямках, вміст визначального компонента і вміст газу-носія, що не впливає на розміри всіх піків хроматограми, крім піку визначального компонента. Ця важлива особливість

синтезатора забезпечує градування хроматографа по кожному компоненту окремо при постійних значеннях вмісту всіх решти компонентів димових газів, тобто дає можливість усунення впливу супутніх компонентів під час градування, а також коректувати вихідний сигнал в процесі вимірювання.

Таблиця 1

Концентрація r_i основних компонентів у димових газах і провідність S_i капілярів у каналах компонентів відносно базової провідності

| Ком-по-нент | Най-менша | | Середня | | Найбільша | | Провідність S встановлених дроселів |
|-----------------|-----------|-------|---------|---------|-----------|---------|-------------------------------------|
| | r_i | S_i | r_i | S_i | r_i | S_i | |
| СО | 0 | 0 | 0,5 | 2 | 1 | 4 | {1, 1, 2} |
| H ₂ | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 8 | {1, 3, 4} |
| СН ₄ | 0 | 0 | 1 | 4 | 2 | 8 | {1, 3, 4} |
| O ₂ | 0 | 0 | 2,5 | 10 | 5 | 20 | {4, 6, 10} |
| СО ₂ | 10 | 40 | 15 | 60 | 20 | 80 | 40; {6, 14, 20} |
| N ₂ | 70 | 280 | 75 | 300 | 80 | 320 | 280; {8, 12, 20} |
| He | - | 0 | - | 20 ∨ 40 | - | 40 ∨ 80 | {1, 2, 4, 8, 16, 17, 32} |

Оскільки вміст основних компонентів димових газів є на рівні макроконцентрацій – такий синтезатор доцільно будувати за схемою одностадійного суматора потоків всіх чистих компонентів на еквівалентних капілярах із кратним значенням провідності. Саме така побудова дає змогу з високою точністю визначати склад синтезованої газової суміші.

На рис. 2 показана схема змішування компонентів димових газів, на виході якої утворюється суміш, яка за своїм складом і властивостями є аналогом димових газів і завдяки відомому з високою точністю складу придатна для градування хроматографів, а також одночасно для оцінювання впливу супутніх компонентів.

ГДС містить змішувач Зм газових потоків і блок стабілізованих тисків живлення БЖ, які поміщені в термостаті ТСт.

Для приготування сумішей із заданими концентраціями компонентів, в кожному каналі змішувача встановлений відповідний пакет капілярів ПЗ, а в каналах СО₂ і N₂ додатково по капіляру постійної провідності відповідно 40 і 280 одиниць. За залучення капілярів пакета для приготування певної суміші відповідає мікроконтролер МК, який подає сигнал на «ввімкнення-вимкнення» відповідних клапанів (на рис. 2 не показані), встановлених на виходах капілярів пакетів ПЗ змішувача. Тиски на входах всіх капілярів задають відповідно повторювачами П₁,...,П₇ тисків, а на виході дроселів – повторювачем П₈. Повторювачі відтворюють відповідні міждросельні тиски подільника (ів) блоку стабілізованих тисків живлення БЖ, який може бути виконаний як каскадне з'єднання лінійних подільників тисків [13]. Застосування такого БЖ може забезпечувати роботу всіх капілярів змішувача як за однакового перепаду тисків, так і за різних перепадів на капілярах.

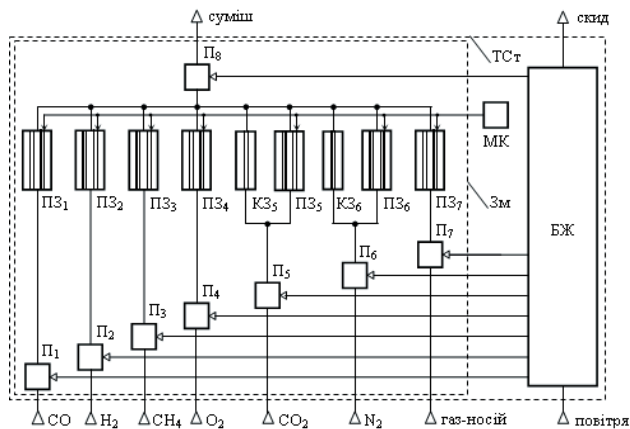


Рис. 2. Принципова схема ГДС основних компонентів димових газів: ПЗ – пакет капілярів; КЗ – окремий капіляр; П – повторювач; Зм – змішувач; БЖ – блок стабілізованих тисків живлення; МК – мікроконтролер; ТСт – термостат

За такої побудови схеми найважливішими є питання забезпечення високої точності співвідношення між ГДО капілярів у каналах компонентів, в той час як абсолютні значення цих опорів визначають лише витрату синтезованої суміші. Абсолютне значення цієї витрати може бути визначене розрахунково і така точність його визначення є задовільною для такої задачі. У той же час ця витрата є стабілізована з точністю, аналогічною точності задання складу суміші, що практично усуває один з факторів впливу під час дослідження метрологічних властивостей аналізаторів складу і є ще однією перевагою запропонованого синтезатора.

Газодинамічний опір (і відповідна провідність S як величина обернена опору) капіляра (чи окремого, чи в пакеті), що відповідає найменшій встановлюваній концентрації чадного газу, як компонента з найменшим вмістом, визначений як базовий (одиничний). Тому за базову прийнято провідність капіляра в каналі CO , яка забезпечує отримання концентрації $r_{CO}^{min} = 0,25\%$ об. Відносна провідність усіх капілярів схеми є строго кратною базовій.

Отже, точно встановлене співвідношення провідностей капілярів схеми визначає і точно встановлене співвідношення витрат компонентів синтезованої суміші, що дає змогу розрахунковим шляхом точно визначити її склад.

Концентрацію r_i i -го компонента суміші ($i=1, \dots, N$) визначають за залежністю

$$r_i = \sum_{\{j_i\}} S_{i,j_i} / \sum_{i=1}^N \sum_{\{j_i\}} S_{i,j_i}, \quad (6)$$

де $\{j_i\}$ – вибірка елементів множини $\{1, \dots, n_i\}$, тобто індексів залучених капілярів i -го пакета; S_{i,j_i} – сумарна провідність всіх увімкнених капілярів i -го компонента.

Згідно з даними табл. 1 і вибраної одиничної провідності, за формулою (6) розрахована провідність

встановлених капілярів у каналах компонентів відносно базової провідності.

Визначені таким чином провідності капілярів забезпечують задання різних концентрацій компонентів синтезованої суміші відповідно до вказаних у табл. 1. У цьому разі середня провідність (табл. 1) задає суміш із середнім очікуваним вмістом компонентів, а діапазони зміни провідностей задані в табл. 1 найменшими і найбільшими провідностями капілярів відповідних каналів. Так, наприклад, пакет у каналі CO складений з трьох капілярів з провідностями $S_1 = 1, S_2 = 1, S_3 = 2$, а пакет у каналі O_2 – з провідностями $S_1 = 4, S_2 = 6, S_3 = 10$. Провідності капілярів у пакетах показані в табл. 1 у фігурних дужках. Крім пакетів, у двох каналах встановлені капіляри постійного опору: в каналі CO_2 – з провідністю $S = 40$, а в каналі N_2 – з провідністю $S = 280$.

Як приклад, в табл. 2 показаний склад перевірювальних сумішей на виході синтезатора для градування хроматографа на вміст CO . З таблиці видно, що концентрації супутніх компонентів у перевірювальних сумішах залишаються постійними із зміною концентрації визначального компонента і відповідають середньому очікуваному їх вмісту, вказаному в табл. 1.

Таблиця 2

Перевірювальні суміші для градування хроматографа на вміст CO

| Провідність пакету в каналі CO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|---|--------|------|------|------|------|-----|
| Провідність пакету в каналі газу-носія | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | |
| Концентрація компонента у перевірювальній суміші, % об. | CO | 0 | 0,25 | 0,5 | 0,75 | 1 |
| | H_2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | CH_4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | O_2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| | CO_2 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | N_2 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| газ-носії | 5,5 | 5,25 | 5 | 4,75 | 4,5 | |

Відносна похибка концентрацій компонентів на виході синтезатора не перевищує $0,5\%$, а відтворюваність – $0,05\%$.

3. Висновок

Синтезатори, побудовані з використанням дроселів з рівними (кратними) газодинамічними опорами, забезпечують високу точність приготування газових сумішей, які можуть бути використані для метрологічного забезпечення газоаналітичної апаратури, що є особливо актуальним для хроматографів, зокрема, димових газів. Застосування таких синтезаторів в енергетиці відкриває можливість ефективного керування процесом горіння в котельних установках.

Література

1. Трёмбовля, В.И. Теплотехнические испытания котельных установок [Текст] / В.И.Трёмбовля, Е.Д.Фингер, А.А.Авдеева. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 416 с.

2. Авдеева, А.А. Контроль сжигания газообразного топлива [Текст] / А.А. Авдеева. – М.: Энергия, 1971. – 256 с.
3. Коллеров, Д.К. Метрологические основы газоаналитических измерений. (Теория и практика получения градуировочных и поверочных газов и газовых смесей) [Текст] / Д.К. Коллеров. – М.: Изд-во стандартов, 1967. – 396 с.
4. Коллеров, Д.К. Газоанализаторы. Проблемы практической метрологии [Текст] / Д.К. Коллеров. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 176 с.
5. Заец, Е.А. Статические погрешности промышленных хроматографов [Текст] / Е.А. Заец // Измерительная техника. – 1976. – № 9. – С.83-86.
6. Коллеров, Д.К. Организация метрологического контроля за газоанализаторами [Текст] / Д.К. Коллеров // Измерительная техника. – 1970. – №10. – С.70-74.
7. ГОСТ 13320-81 Газоанализаторы промышленные автоматические. Общие технические условия [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 33 с.
8. Грязина, Л.И. Проблема хранения чистых газов и поверочных газовых смесей [Текст] / Л.И. Грязина // Измерительная техника. – 1975. – № 6. – С.82-85.
9. Теплюх, З.М. Принципи побудови високоточних дросельних синтезаторів газових сумішей / З.М. Теплюх [Текст] // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Автоматика, вимірювання та керування”. – 2006. – №551. – С.87-94.
10. Теплюх, З.М. Пристрої для встановлення рівності опору дроселів синтезатора газових сумішей [Текст] / З.М. Теплюх, Є.П. Пістун, І.В. Ділай // Вимірювальна техніка та метрологія / Міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2002. – №59. – С.78-81.
11. Ділай, І.В. Дросельні синтезатори газових сумішей заданого складу [Текст] / І.В. Ділай, З.М. Теплюх // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2008. – № 3. – С.165-171.
12. Ділай, І.В. Підвищення точності газового аналізу в енергетиці [Текст] / І.В. Ділай, З.М. Теплюх // Збірник праць 5-ї міжнар. науково-практичної конференції “Проблеми економії енергії”. – Львів: НВФ “Українські технології”. – 2008. – С.22-31.
13. Ділай, І.В. Побудова подільників тиску для живлення газодинамічних дросельних синтезаторів [Текст] / І.В. Ділай, З.М. Теплюх // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Теплоенергетика. Інженерія довілля. Автоматизація”. – 2009. – № 659. – С.120-128.

Пропонується побудова сховища г/м даних з використанням OLAP-технології. Розроблена структура багатовимірного сховища даних і пакети автоматичної обробки і передачі даних з оперативної бази даних в сховищі. На основі отриманого сховища реалізований гіперкуб з агрегацією даних спостережень по трьох вимірах

Ключові слова: OLAP-куб, гіперкуб, багатовимірні сховища даних, гідрометеорологічна галузь

Предлагается построение хранилища г/м данных с использованием OLAP-технологии. Разработана структура многомерного хранилища данных и пакеты автоматической обработки и передачи данных из оперативной базы данных в хранилище. На основе полученного хранилища реализован гиперкуб с агрегацией данных наблюдений по трем измерениям

Ключевые слова: OLAP-куб, гиперкуб, многомерные хранилища данных, гидрометеорологическая отрасль

УДК 004.65:551.501

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГИДРО- МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

М. Р. Валентюк
Ассистент*

Кафедра информационных систем
Севастопольский национальный технический
университет
ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина,
99000

E-mail: mvalent85@gmail.com

1. Введение

В гидрометеорологической (г/м) отрасли накоплен большой объем данных в виде измерений различных

параметров (температура воздуха, давление, скорость ветра и другие), необходимых для создания климатических моделей и прогнозирования. Ценность г/м данных заключается именно в наборах данных (а не