

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА УКРАЇНИ

МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ НАУК ЕКОЛОГІЇ ТА
БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

МІЖНАРОДНА ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ

ВІСНИК

***ОДЕСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ***

Випуск № 29

**ЧАСТИНА 1. МІЖРЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ**

ОДЕСА Зовнішрекламсервіс 2008

ВІСНИК

ОДЕСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Випуск № 29. Частина I. Міжрегіональні проблеми екологічної безпеки

У "Віснику ОДАБА" наведені результати експериментально-теоретичних досліджень вчених та спеціалістів Одеської Державної академії будівництва та архітектури та інших вузів України.

Призначений для наукових працівників, спеціалістів проектних установ та виробничих підприємств будівельної галузі, аспірантів та студентів навчальних закладів.

Головний редактор – В.С.Дорофєєв - д-р техн. наук, проф., академік АБУ

Редакційна колегія:

В.М.Вировой - д-р техн. наук, проф., академік АБУ (ОДАБА) – відповідальний редактор (ОДАБА);

А.В.Мішутін – канд. техн. наук, проф., академік АБУ – відповідальний секретар (ОДАБА);

В.А.Арсїрій – д-р техн. наук, проф. (ОДАБА);

М.В.Бєвз – д-р архітектури, проф. (за згодою);

В.А.Вознесенський - д-р техн. наук, проф., академік АБУ (ОДАБА);

П.О.Грабовський - д-р техн. наук, проф., академік АБУ (ОДАБА);

І.Г.Гречановська - д-р екон. наук, проф. (ОДАБА);

А.В.Гришин - д-р техн. наук, проф., академік АБУ (ОДАБА);

В.О.Гришин - д-р техн. наук, проф., академік АБУ (за згодою);

І.В.Довгань - д-р хім. наук, проф. (ОДАБА);

В.А.Лісенко - д-р техн. наук, проф., академік АБУ (ОДАБА);

Л.В.Мазуренко - д-р техн. наук, проф., академік АБУ (ОДАБА);

О.І.Менейлюк - д-р техн. наук, проф. (ОДАБА);

В.Д.Петраш - д-р техн. наук, проф. (ОДАБА);

М.Б.Пойзнер - д-р техн. наук, проф. (за згодою);

В.В.Стоянов - д-р техн. наук, проф. (ОДАБА);

В.П.Уреньов - д-р арх., проф., академік ААУ (ОДАБА);

А.І.Харитонов - д-р техн. наук, проф. (ОДАБА);

О.Ф.Яременко - д-р техн. наук, проф., академік АБУ (ОДАБА).

Технічний редактор - О.А.Дєгтарьова

Відповідальний за випуск – В.С.Дорофєєв

Рекомендовано до видання Вченою радою ОДАБА

Протокол № 9 від 31.05.2007 р.

Свідоцтво КВ № 4761 від 25.12.2000 р.

© Одеська Державна академія
будівництва та архітектури
(ОДАБА), 2008

МЕТОД КОНТРОЛЮ КОНЦЕНТРАЦІІ ТОКСИЧНИХ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ

Менко В. А., Петрук В. Г., Васильківський І. В. (Вінницький національний технічний університет, Україна)

Ця стаття присвячена вирішенню проблеми контролю концентрації забруднювальних газів, які виділяються під час горіння природного газу. Автори пропонують використовувати модифікований метод абсорбційної спектроскопії. Новий метод полягає у використанні сфери у якості первинного оптичного перетворювача з підвищення точності і чутливості вимірювань. Це досягається рахунок великої кількості відбивань пучка випромінювання в циліндричній сфері. Вибрані коректні інтервали довжин хвиль для вимірювань у середній інфрачервоній області. Сформована математична модель переносу випромінювання у запропонованому перетворювачі.

Вступ

У житлово-комунальній сфері зараз існує серйозна проблема, з якою зустрічаються люди у житлових приміщеннях, обладнаних газовими приладами (газові плити, котли та ін.). Спалювання природного газу супроводжується виділенням у навколишнє середовище продуктів повного і неповного згоряння, які містять велику кількість монооксиду вуглецю (чадного газу), токсичних домішок метанолу (формальдегіду), діоксиду Нітрогену, бензену, бенз(а)пірену, оксидів Сульфуру, що здатні викликати негативні зміни у здоров'ї людини. Дослідження [1] показують, що у житлових приміщеннях під час спалювання природного газу перевищується гранично допустимих концентрацій (ГДК) практично по всім вищезгаданим речовинам.

Формулювання задачі

На сьогоднішній день існує багато різноманітних методів визначення концентрацій різних речовин у повітрі, в тому числі забруднюючих: оптичні, хімічні, хроматографічні, каталітичні, термохімічні методи.

Всі вони можуть забезпечити високу точність, чутливість та швидкість вимірювань. А ці вимоги є головними, оскільки гранично допустима концентрація, наприклад, органічних речовин, які утворюються під час горіння природного газу, є дуже малою. А застосування

високочутливих методів є дуже дорогим, а інколи і занадто складним. Прикладом може бути електрохімічний метод, який зараз дуже розповсюджений і який лежить в основі роботи багатьох сучасних приладів для вимірювання концентрації. Цей метод, хоч і забезпечує високу чутливість вимірювань, проте прилади на його основі є не дуже зручними у використанні, оскільки для кожного забрудника потрібен окремий сенсор, тривалість яких до того ж обмежується іноді кількома вимірюваннями. Також при наявності кількох забрудників (що якраз характерне для випадку спалювання природного газу) значно знижується селективність електрохімічних методів.

Найбільш експресними та чутливими є оптичні методи, які дозволяють вимірювати концентрацію відповідних газових складових на рівні ГДК.

Серед оптичних методів найширше використовуються спектроскопія, фотометрія, люмінесцентні методи. Для дослідження токсичних газових сумішей пропонується модифікований метод абсорбційної спектроскопії в середньому інфрачервоному діапазоні.

З цією метою була розроблена інтерактивна система контролю концентрації забруднювальних газів (рис. 1).

Система дозволяє вимірювати концентрацію токсичних компонентів із використанням однієї проби повітря, зондуючи її різними довжинами хвиль (для кожного газу – відповідна довжина хвилі). Після вибору користувачем газу, концентрацію якого необхідно визначити, джерело монохроматичного випромінювання встановлюється на відповідну довжину хвилі, а прокачувальний пристрій закачує досліджуване повітря у систему контролю. Після закінчення прокачки відповідними давачами вимірюється температура і тиск досліджуваного повітря, які пізніше використовуються для розрахунку концентрації аналізованого газу. Далі пучок від джерела, проходячи через досліджуваний газ, поглинається ним і багатократно відбивається від внутрішніх стінок сферичного первинного перетворювача. За рахунок останнього досягається дуже висока чутливість вимірювань. Багатократне відбивання пучка світла створює всередині сфери просторову освітленість, яка фіксується фотоприймачем. Після цього сигнал від приймача підсилюється і поступає на комп'ютер, де отримана інформація обробляється і подається на екран у вигляді значення концентрації досліджуваного газу.

Модифікація відомого методу абсорбційної спектроскопії полягає у використанні в якості первинного оптичного перетворювача інтегровальної сфери, це і відбувається поглинання випромінювання досліджуваними газами. Конструктивно сфера виконана із легкого і відносно дешевого металу – алюмінію – та складається із зовнішнього термоізо-

ного кожуха і термостатуючої порожнини для забезпечення постійної температури під час проведення аналізу. Сфера має 4 отвори: для входу і виходу випромінювання, і ще два – для входу і виходу фільтрованого повітря.

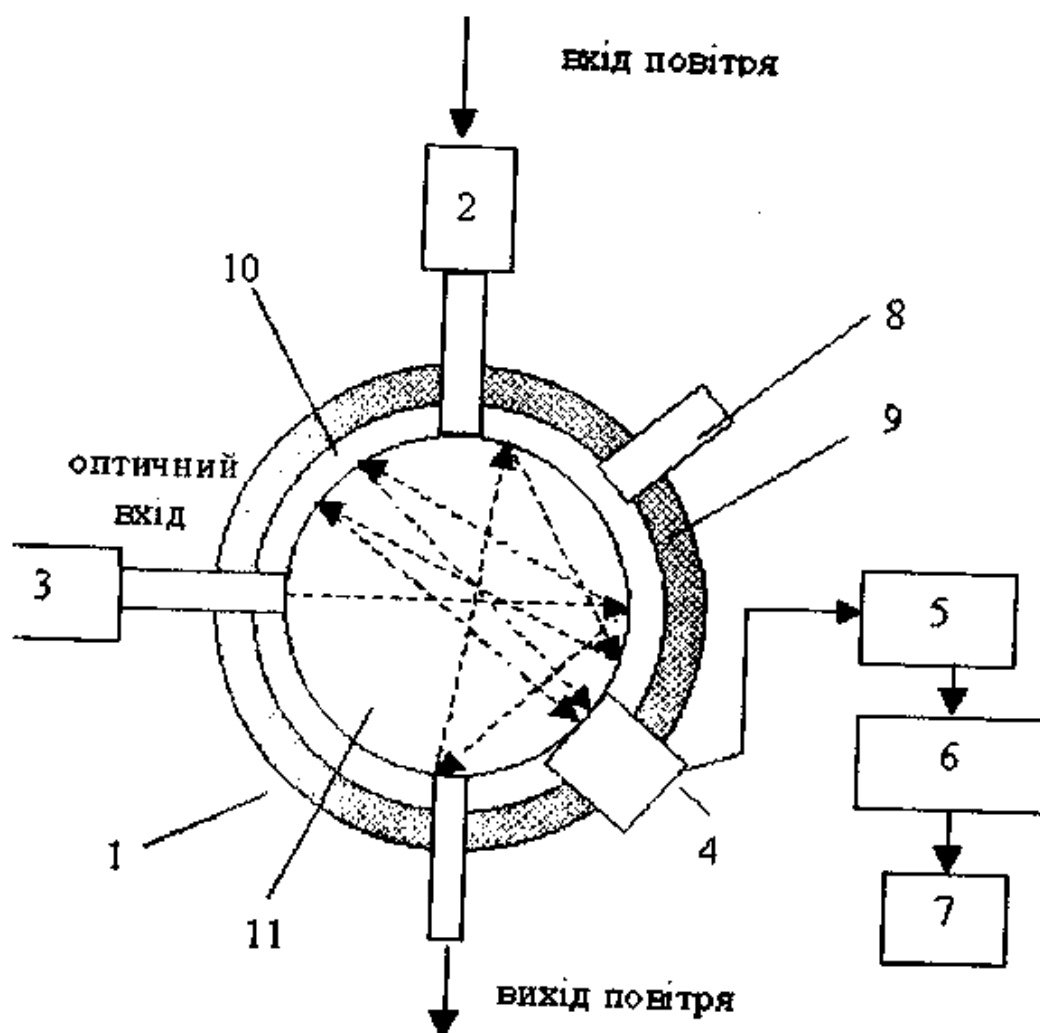


Рис. 1 - Функціональна схема системи контролю концентрації забруднювальних газів у повітрі:
 1 - оптичний інтегровальний резонатор, 2 - насос для прокачування фільтрованого повітря, 3 - джерело випромінювання, 4 - фотоприймач, 5 - мікроконтролер, 6 - комп'ютер, 7 - експертна система, 8 - датчик температури і тиску, 9 - термоізолюючий кожух, 10 - термостатуюча порожнина, 11 - порожнина інтегрування опромінюючого пучка (контрольно-вимірвальна порожнина).

Внутрішні стінки інтегровального резонатора мають бути виготовлені із такого матеріалу, який би забезпечував максимальне дзеркальне відбивання випромінювання в тому діапазоні довжин хвиль, в якому планується проводити вимірювання. А найкраще дзеркальне відбивання у ньому забезпечують такі метали, як алюміній, золото, срібло, мідь, нікель, а також сталь. Найкращими металами з цієї точки зору є срібло і золото, але вони є дорогими (рис. 2).

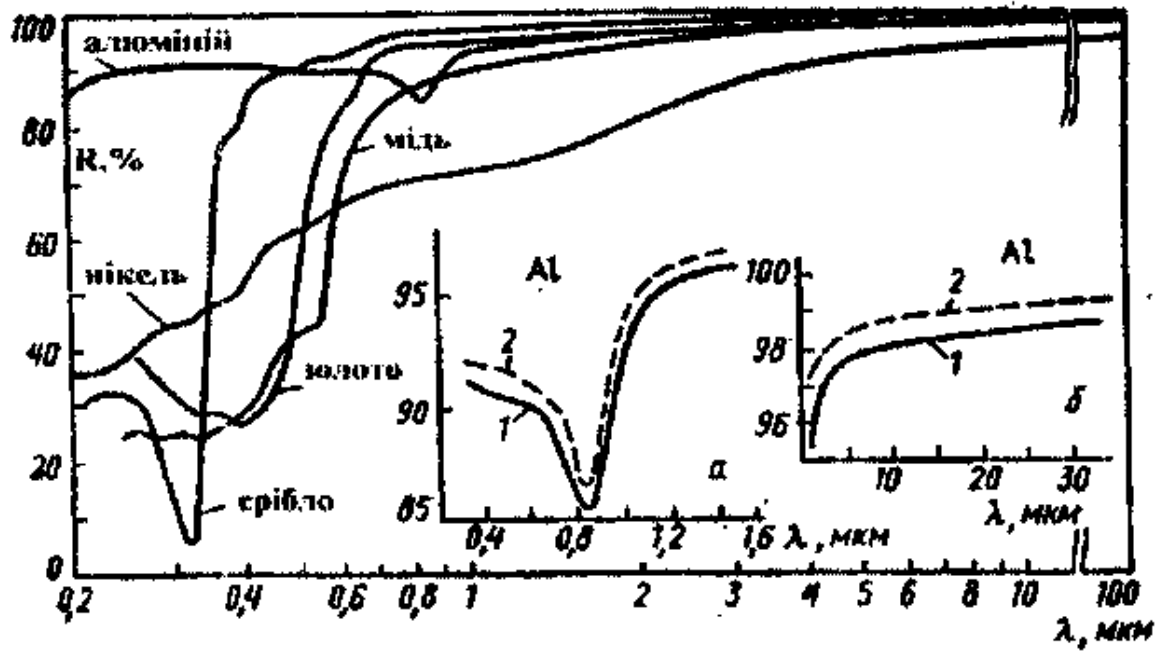


Рисунок 2 -- Коефіцієнти відбивання R від гладких поверхонь деяких металів в залежності від довжини хвилі. На кривих а) і б) показаний вплив технології виготовлення алюмінієвого дзеркала на величину коефіцієнта відбивання: у випадку (1) дзеркало напилене у високому вакуумі (10^{-6} Тор), у випадку (2) - надвисокому (10^{-9} Тор) [2]

Тому ми зупинили свій вибір на алюмінії. Алюміній на повітрі легко окислюється і тому фактично на поверхні перетворювача буде утворюватись оксидна алюмінієва плівка, коефіцієнт відбивання якої досягає в середньому інфрачервоному діапазоні 97-98 %.

Від коефіцієнта відбивання залежить кількість відбивань пучка випромінювання від стінок сфери. Чим більший коефіцієнт, тим більша кількість відбивань і тим більша довжина шляху випромінювання у сферичному перетворювачі. Відповідно зростає чутливість вимірювань, оскільки збільшується кількість молекул, які поглинають випро-

міювання. У більшості сучасних спектрофотометрів велика довжина шляху пучка випромінювання досягається за рахунок встановлення великої кількості дзеркал, що збільшує розміри приладів, ускладнює їх конструкцію та обслуговування.

Для визначення довжин хвиль, на яких проводять вимірювання, необхідно вибрати так звані "вікна прозорості", вільні від поглинання молекулами води та іншими атмосферними поглиначами (оксиди азоту, метан, вуглекислий газ). Такими інтервалами у середньому інфрачервоному діапазоні є 3,5-4,2 мкм, 8-9,4 мкм, 10-12 мкм. Проте, у випадку використання лазерного джерела випромінювання, можна також використовувати "мікрорівні" прозорості у всій середній ділянці інфрачервоного спектру, оскільки в при цьому забезпечується дуже точна настройка довжини хвилі випромінювання джерела.

Дані по поглинанню деяких забруднювальних газів, наведені у [3, 4] для зручності зібрані у таблицю.

Таблиця – Смуги поглинання визначуваних газів

Газ	Сильні смуги, мкм	Середні смуги, мкм	Слабкі смуги, мкм
CO	4,67		2,35
NO	5,24 (5,21-5,68)		
NO ₂	6,17; 7,58	4,51; 16,98	2,55; 2,78; 2,90; 3,09; 3,44; 3,75; 3,85; 4,05; 6,34; 7,28; 10,00
SO ₂	7,35; 8,69; 8,91		3,90; 4,00; 4,34; 5,35; 7,49
бензен	3,23; 6,73; 9,64; 14,90	5,09; 5,53	3,25; 3,50; 4,37; 5,25; 6,18; 7,26; 8,07; 8,75; 10,40
формальдегід	3,48; 3,60; 5,74; 6,65; 7,81; 8,57	3,36	4,81
бенз(а)пірен	4,9	9,1	

Метод визначення концентрації токсичних газових складових груп ґрунтується на математичній моделі переносу випромінювання у газовому середовищі з урахуванням особливостей розробленого первинного оптичного перетворювача. Згідно запропонованої методики визначення концентрації токсичних газових складових проводиться із врахуванням рівняння, отриманого на основі закону Бугера:

$$C = -k_1 \cdot \frac{\ln \frac{I_1}{I_0} \cdot P}{k_n(\nu) \cdot k_2 \cdot T},$$

де C – концентрація газу; I_1 – потік, що пройшов шлях l через досліджуваній газ; I_0 – вихідний потік; P – тиск; T – температура; $k_n(\nu)$ – показник поглинання середовища, k_1 та k_2 – показники, які враховують оптико-геометричні параметри розробленої системи газового контролю.

Використовуючи дану модель і знаючи усі параметри розробленої системи, можна розрахувати концентрацію досліджуваного газу.

Висновки

Таким чином, розроблено метод контролю концентрації забруднювальних газів, який базується на методі абсорбційної спектроскопії. В основі методу лежить використання сферичного первинного оптичного перетворювача з метою підвищення чутливості і точності вимірювань. Запропонована найбільш оптимальна конструкція вищезгаданого перетворювача та розроблена математична модель переносу випромінювання у ньому. Також наведені найбільш зручні довжини хвиль інфрачервоного діапазону для проведення вимірювань.

Література

1. Быков Г. А., Мхитарян Н. М. Экология микроклимата газифицированных помещений// Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2001, № 2. - С. 42-47.
2. Лазерная и когерентная спектроскопия/ Под ред. Дж. Стейнфелда. Пер. с англ. - М.: Мир, 1982. - 632 с.
3. Беллами Л. Инфракрасные спектры молекул. М.: Из-во иностранной литературы, 1957. - 444 с.
4. Браун Д., Флойд А., Сейнзбери М. Спектроскопия органических веществ: Пер. с англ. - М.: Мир, 1992. - 300 с.

ДО ВІДОМА НАУКОВЦІВ, ПРАЦІВНИКІВ ПРОЕКТНИХ ТА ВИРОБНИЧИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

Одеська державна Академія будівництва та архітектури готують до видання "Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури". Вісник видається у зв'язку з рішенням вченої ради академії, протокол № 9 від 31-травня 2007 р. та є фаховим виданням (Постанова Президії ВАК України № 5-05/4 від 11.04.2001 р., Свідоцтво КВ № 4761 від 25.12.2000 р.).

Статті повинні мати наукову і практичну цінність і містити в собі закінчене вирішення того чи іншого питання в галузі будівництва.

Орієнтовна структура статті: анотація, вступ, основна частина, висновок, список літератури:

- анотація має містити стисло і точно сформульовану постановку задачі і основні результати;

- основний текст статті повинен містити такі елементи: постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор; виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття; формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку (з *Постанови ВАК України від 15.01.2003р. № 7-05/1*);

- стаття повинна складатися не менше трьох повних сторінок формату А5.

Статті, які не відповідають наведеним вимогам, до друку не приймаються.