

МЕТОД ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИМІРЮВАЧА КОНЦЕНТРАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ ДИМОВИХ ГАЗІВ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК

Кучерук В. Ю., Дудатьєв І. А.

*Вінницький технічний університет, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, тел.:
(0432)598672, (0432)598672, e-mail: dudatiev@mail.ru, e-mail: kucheruk@mail.ru*

Аналіз спектрів поглинання сенсорів засобу контролю. Для визначення довжин налаштування фотоприймачів у системі контролю концентрації компонентів димових газів проведемо аналіз спектрів поглинання газів, що є продуктами згорання котельної установки.

Аналіз спектрів поглинання основних компонентів димових газів котельних установок у повному інфрачервоному діапазоні 0.75-15 мкм ($13330-667\text{ см}^{-1}$) представлено на рис. 1.

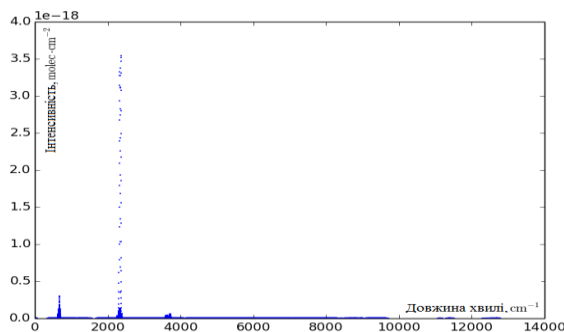


Рисунок 1 – Спектр поглинання CO_2 у діапазоні 0.75-15 мкм

Аналіз спектрів поглинання димових газів котельних установок в єдиній системі координат у робочому інфрачервоному діапазоні 1-10 мкм ($1000-10000\text{ см}^{-1}$). З аналізу спектрів зроблено висновок, що найактивніша область знаходиться в межах $2200-2500\text{ см}^{-1}$. На рис. 2 представлено поглинання основних компонентів димових газів котельних установок у діапазоні 4 – 4.5 мкм ($2200 - 2500\text{ см}^{-1}$).

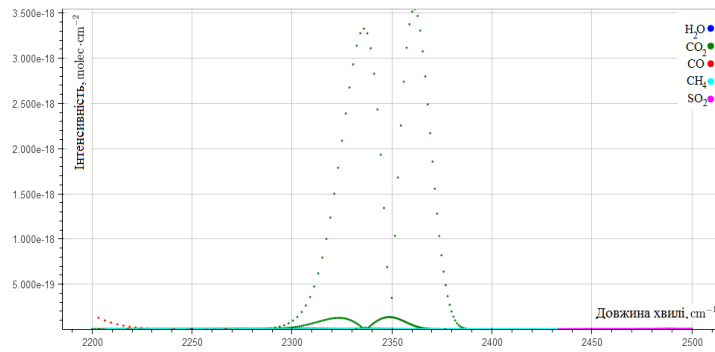


Рисунок 2 – Спектр поглинання основних компонентів димових газів котельних установок у діапазоні 4 – 4.5 мкм

Як видно з аналізу спектрів поглинання основних димових газів котельних установок практично всі смуги поглинання знаходяться поруч одна до одної (в деяких випадках накладаються). До того ж, пари води які присутні у газах, займають широкий спектр довжин смуг поглинання. Тому необхідною умовою є не лише вибір довжин поглинання газів таким чином, щоб вони не накладались один на одного, а і використовувати високоточні джерела випромінювання і приймачі (ширина роботи спектру яких не дозволяє потрапляння “сусідніх” газів). Після аналізу довжин поглинання димових газів необхідно за вже відомими вхідними даними обрати інфрачервоні випромінювачі і приймачі

Таким чином, можна визначити параметри фотодіодів та фотоприймачів, при цьому було враховано взаємоперетин ліній поглинання. Тобто контрольні точки для кожного газу виглядають таким чином, що поруч немає ліній поглинання інших газів, що могли б вплинути на результати вимірювань.

Математична модель перенесення випромінювання в середовище димових газів котельних установок. Модель перенесення випромінювання в середовище димових газів котельних установок представлена на рис. 3.

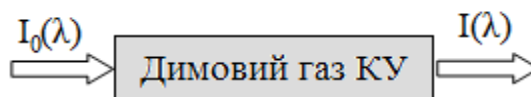


Рисунок 3 – Модель перенесення випромінювання в середовище димових газів котельних установок

Представимо виведений у першому розділі закон Бугура-Ламберта-Бера який зв’язує інтенсивність опромінювання, що пройшла через димовий газ, з концентрацією досліджуваного газу, довжиною шляху поглинання та коефіцієнтом поглинання у вигляді

$$I_l = I_0 \cdot e^{-\varepsilon Cl} . \quad (1)$$

де C – концентрацією досліджуваного газу, l – довжиною шляху поглинання, ε – показник послаблення.

Математична модель вимірювального перетворювача концентрації компонентів димових газів котельних установок. На рис. 4 наведена принципова та еквівалентна схеми фотоприймача на основі пари фотодіод - операційний підсилювач.

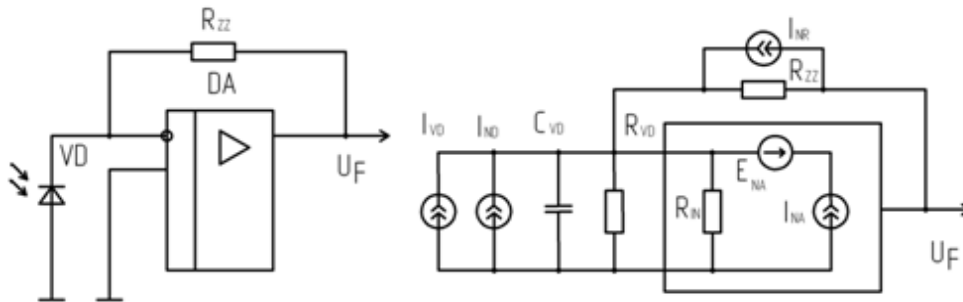


Рисунок 4 – Фотоприймач на основі парифотодіод-операційний підсилювач

При використанні джерела світла з конденсорною лінзою, можна отримати плоско-паралельний потік опромінення, однаковий на всій площині. У цьому випадку інтенсивність променевого потоку та площа фоточутливого шару фотодіоду, що опромінюється, зв'язані співвідношенням

$$\Phi = I \cdot S,$$

(2)

де I - інтенсивність; S – площа фоточутливого шару фотоприймача, що освітлюється.

$$U_F = \frac{I_0 \cdot \exp^{-K \cdot C_{\%об.} \cdot l} \cdot S_{I0} \cdot S \cdot R_{ZZ}}{\left(1 + \frac{R_{ZZ}}{K_0 \cdot R_{IN}} + \frac{1}{K_0}\right) \cdot \sqrt{1 + (\Omega \tau_{VD})}} - \frac{I_S \cdot R_{ZZ} \cdot (\exp(e_e \cdot U_{VD} / kT) - 1)}{1 + \frac{R_{ZZ}}{K_0 \cdot R_{IN}} + \frac{1}{K_0}} + \Delta I \cdot R_{ZZ} + U_{SM} + U_N \quad (3)$$

Співвідношення 3 описує фотоелектричне вимірювальне перетворення концентрація-напруга.

Таким чином, отримана математична модель функціонального зв'язку між вихідною напругою фотоприймача, на основі пари фотодіод-операційний підсилювач, з концентрацією компонентів димового газу котельних установок, темновим струмом фотодіода, шумовою складовою, напругою зміщення та

різницею вхідних струмів операційного підсилювача, значеннями коефіцієнту передачі та вхідного опору операційного підсилювача.

Моделювання залежності концентрації газу від напруги представлено на рис. 5 (при вхідній інтенсивності 3мВт, опорі зворотнього зв'язку 9.88Мом (ряд E192), інтегральній струмовій чутливості фотодіоду $5.06 \frac{A}{M^2}$, площею 27% чутливого шару фотоприймача 26 мм²)

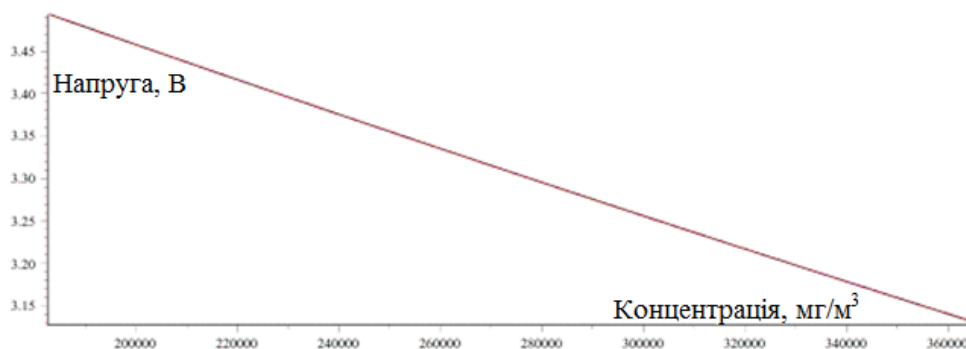


Рисунок 5 – Залежність напруга-концентрація

УДК 504.5

РОЗРОБКА SCADA-СИСТЕМИ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ВОДНО-ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ

Клапоуцак О. І., Штаєр Л. О.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail: oksana_kl@meta.ua*

Водно-фізичними властивостями ґрунту називають сукупність властивостей, які визначають поведінку ґрунтової води в його товщі. Саме зволоженість гірського водозбору (ділянка суходолу та товща ґрунту й гірських порід, звідки природні води стікають у річкову систему, озеро та інші водні об'єкти) є одним з основних показників його стану перед паводком. Від зволоженості залежать втрати дощової води на затримання на поверхні та в підповерхневому шарі, фільтрацію та інфільтрацію води [1, 2].

Авторами запропонована система моніторингу водно-фізичних властивостей ґрунтів, яка складається з двох рівнів: нижнього [3], що представлений чотирма функціями FC4 (контроль за вологістю ґрунтів), FC8 (значення корисного запасу вологи), FC9 (значення загального запасу вологи) та FC10 (значення важкодоступного запасу вологи) та верхнього – людино-машинного інтерфейсу в SCADA WINCC, що відображає стан контрольованих величин (графічне подання, архівування та вивід аварійних повідомлень) у