

4. *Абламейко С. В.* Обработка оптических изображений клеточных структур в медицине / Абламейко С. В., Недзьведь А. М.; НАН Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики. – Минск, 2005. – 156 с.
5. *Березький О. М.* Методи і алгоритми аналізу та синтезу асиметричних зображень / О. М. Березький // Искусственный интеллект. – 2010. – № 4. – С. 162–172.
6. *Березький О. М.* Використання методу опису та генерування зображень для стиснення симетричної графічної інформації / О. М. Березький, К. М. Березька // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2001. – № 3. – С. 126–128.

Поступила 28.02.2013р.

УДК 621.3

Л.С.Сікора, д.т.н., проф, НУ «Львівська політехніка»,
Н.К.Лиса, к.т.н., ЦСД «ЕБТЕС»,
Ю.Г. Міюшкович, к.т.н., НУ «Львівська політехніка»,
Р.С. Марцишин, к.т.н., доц. НУ «Львівська політехніка»

ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКСПЕРТНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ФАКТОРІВ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО СЕРЕДОВИЩА ТА АНАЛІЗ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ЕФЕКТІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ СЕНСОРІВ КОНЦЕНТРАЦІЇ

Анотація. Розглянуто фізико-хімічні і оптичні ефекти, як підставу створення сенсорів концентрації забруднень техногенного середовища.

Аннотация. Рассмотрены физико-химические и оптические эффекты, как основание создания сенсоров концентрации загрязнений техногенной среды.

Abstract. Considered physico-chemical and optical effects, as the basis of creating sensors contaminant concentrations man-made environment.

Ключові слова. Сенсор, експерт, модель, метод концентрації забруднень.

Ключевые слова. Сенсор, эксперт, модель, метод концентрации загрязнений.

Keywords. Sensor expert, model, method, the concentration of pollutants.

Актуальність. На сучасному етапі інтенсивного забруднення середовища техногенними системами, особливо в зимовий період – електростанціями, продуктами виробничого процесу, створення засобів вимірювання їх концентрації у повітрі і воді мають велике значення, так як впливають на екологію та стан здоров'я населення навколишнього середовища. Тому важливим є розроблення сенсорів концентрації на основі комплексування різних фізико-хімічних і оптичних ефектів, особливо з

використанням методу лазерного зондування.

Проблемна задача. Створення високоефективних сенсорів концентрації забруднення на основі комплексного використання електрофізичних і оптичних ефектів [1-6].

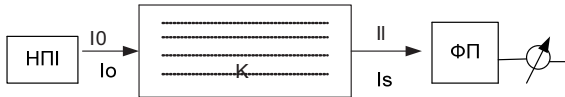
Методи розв'язання проблеми ґрунтуються на використанні концепції комплексування різної природи фізичних і оптичних ефектів для розробки сенсорів рівня концентрації на основі інформаційних технологій і СППР.

Відповідно до проблемної задачі формується структурна схема ІВС з ієрархією

Відповідно, метод комплексування будується на врахуванні моделей особливостей фізичних ефектів для сенсорів.

1. Лазерна фото-турбідометрія.

Турбідометрія ґрунтується на рівняння Бугера – Ламберта – Бера, яке описує перетворення лазерного сигналу (оптичного) при проходженні через технологічне середовище.



Оптична густина розчину описується рівнянням, яке пов'язує потужність і інтенсивність з концентрацією $A_X = -\lg \frac{I}{I_0} = K C X$, де K – молярний коефіцієнт помутніння середовища, яке зондується лазером.

2. Потенціометрія.

Потенціометричні методи аналізу ґрунтуються на вимірюванні ЕРС ($\Delta E = E_1 - E_2$)В в режимі навантаження і холостого ходу, що дозволяє оцінити рівень концентрації.

Потенціал електроду змінюється зі зміною концентрації окисної і відновної форм речовини в розчині. Потенціал електроду є при зануренні у воду інформативним відносно кількісного складу розчину.

3. Методи прямої потенціометрії (іонометрії).

На основі вимірювання ЕРС із рівняння Нерста знаходимо концентрацію (активність) компоненти електродної реакції, яка відбувається у водному середовищі і на електродах.

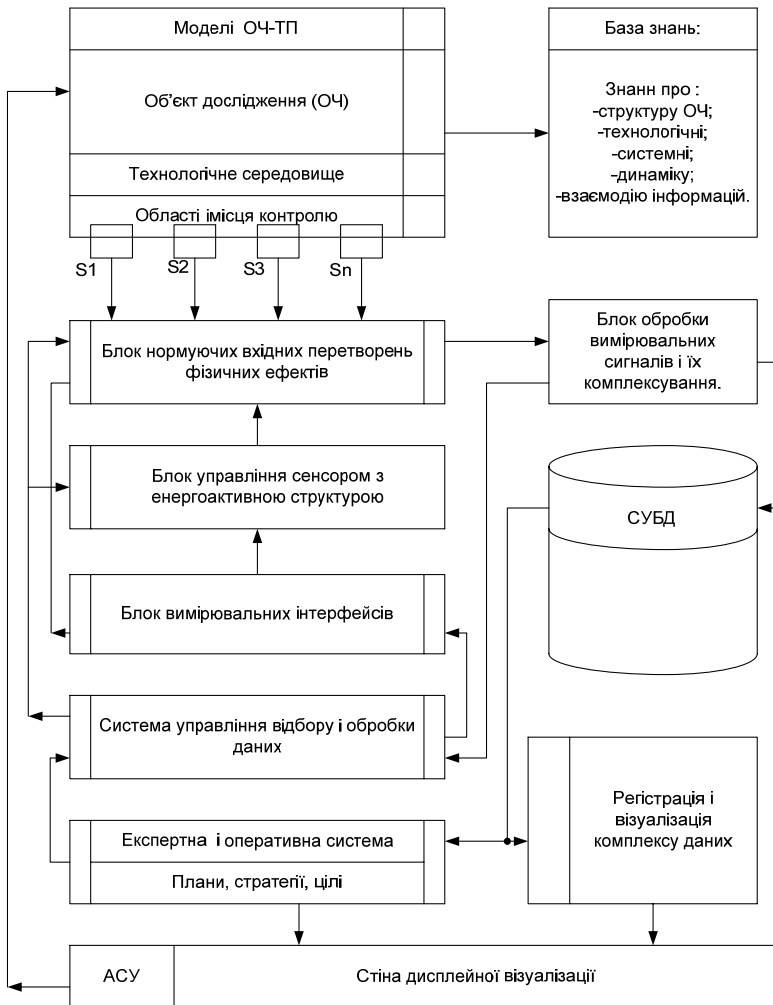


Рис. 1 Структурна схема оперативної ІВС

Індикаторний електрод – потенціал залежить від концентрації. Електрод порівняння – сталий і не залежить від хіміко-фізичних процесів в розчині. Відповідно на основі оцінки:

- ЕРС гальванічного елемента визначається згідно співвідношень

$$E_{PC1} = E_{пор} - E_{інд} + E_d, E_{пор} > E_{інд}$$

$$E_{PC2} = E_{інд} - E_{пор} + E_d, E_{інд} > E_{пор}$$
- E_d – дифузійний потенціал містка між електродами.

Типи електродів, які використовуються в засобах вимірювань:

- 1) металеві електроди першого роду (срібло, ртуть, кадмій)
 $Ag^+ + e^- \leftrightarrow Ag$; $E = E^0_{Ag^+/Ag} + 0.059 \lg a(Ag^+)$.
- 2) індентиферентні електроди використовуються в окисно-відновній структурі розчину (Pt, Au, Ir).
- 3) електроди другого роду – металеві покриті нерозчиною сполукою цього металу $AgCl \downarrow + e^- \leftrightarrow Ag \downarrow + Cl^-$, тоді потенціал електрода визначається $E_{AgCl/Fg,Cl} = E^0_{Fg/Fg,Cl} - 0.059 \lg a(Cl^-) = 0.199V$.

Відповідно маємо, що потенціал залежить від концентрації іонів Cl^- .

4. Електрохімічні детектори.

4а. Потенціометрія – використовується для вимірювання редокс-потенціалів (платинові і скляні електроди) характерних для різних речовин для яких виконується рівняння Нерста наступного виду (логарифмічне):

$$E = E_0 + (RT/ZF) \ln a_i = E_0 + (59/Z) \lg a_i,$$

де маємо Z – число електронів, F – стала Фарадея, коефіцієнт рівня забруднення $a_i = C_i \gamma_i$ – активність, яка залежить від концентрації і типу речовини.

Ефект потенціометрії ґрунтується на фізико – хімічній активності і енергетичній взаємодії $\langle \text{розчин} - \text{електрод} \rangle$, який має лужні і кислотні компоненти.

Наведемо схему процесу електрохімічної взаємодії компонент розчину з електродами (рис. 2).

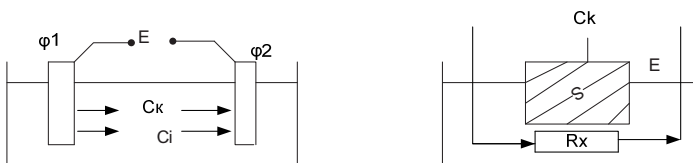


Рис. 2. Схема процесу електрохімічної взаємодії компонент розчину з електродами

4б. Вольтамперометрія. Для цього методу вимірюється струм пропорційний концентрації речовини, який проходить між електродами в розчині: $I = zFSDc / \delta = Kc / \delta$, де S – площа електрода; D – коефіцієнт дифузії; δ – товщина дифузійного шару.

Використовують електроди: срібло, платина, вуглець – каталітично активний.

Чутливість $(10^{-5} - 10^{-6}) [моль/л]$, діапазон вимірювання

$$\Delta C = [10^{-6} \div 10^{-1}] [моль/л].$$

5. Гальванічний аналіз процесу вимірювання концентрації.

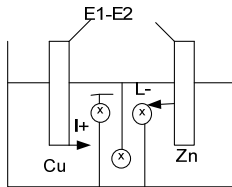


Рис. 3. Гальванічний аналіз процесу вимірювання концентрації

Позначення $El_S [Ag, Cd, Pb, Zn]$ – елементи в розчині.

Гальванічний метод ґрунтується на електро-хімічній взаємодії електродів ($Cu \leftrightarrow Zn$) з розчином в якому є компоненти кислот і лугів та солей в розчиненому стані .

В цьому методі відсутні джерела зовнішнього струму. При відповідному підборі електродів (потенціал порівняння відповідає потенціалу відновлення) при їх зануренні у розчин, проходить струм пропорційний концентрації речовини біля поверхні індикаторного електроду та опорному. Різниця напруг $\langle E_1 - E_2 \rangle$ формується за рахунок електро-хімічної енергії взаємодії електродів з різним потенціалом і забрудненим розчином.

Фірми, які випускають прилади вище вказаного типу для екологічних досліджень *Eco log yBoard* (SO_2, NO_2, O), *Titrilog* [SO_2, H_2S], *Intevscan* [SO_2].

Сенсори Кларка в імпульсному режимі.

б. *Електрохімічне визначення токсичності води.*

Основні фактори при оцінці токсичності:

- об'єкт дії (людина, рослина, технологічний об'єкт);
- середовище в якому діють токсичні речовини;
- спосіб дії токсичної речовини на об'єкт.

Метод контролю токсичності:

- індикаторні мікроорганізми, рослини;
- біохіміко-фізіологічні тести.

Метод і принцип дії аналізаторів токсичності ґрунтується на оцінці концентрації розчиненого кисню, яка міняється в атмосфері дії токсичних речовин на індикаторний тестовий об'єкт.

Наведемо термінальні характеристики формування рівня концентрації забруднення у воді та схему відбору даних про забруднення.

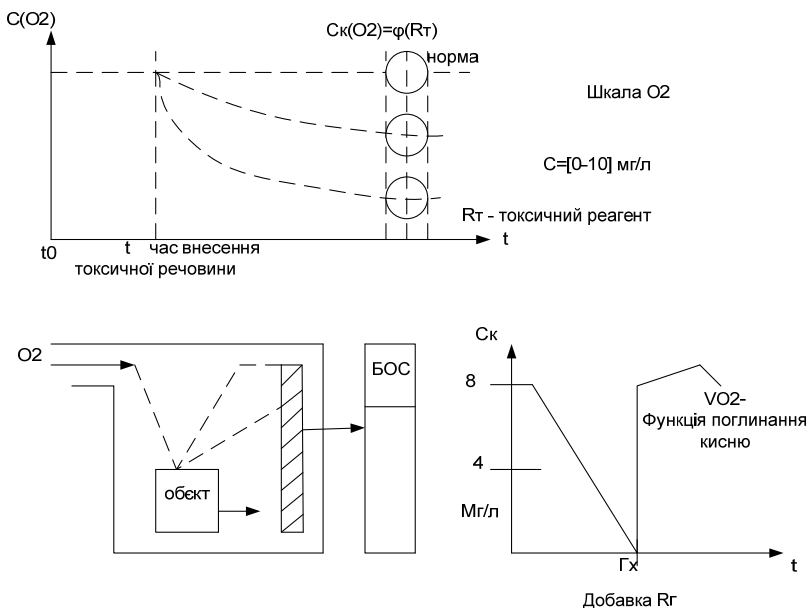


Рис. 4. Схема відбору даних про забруднення

7. Електродний потенціал при рідинному з'єднанні електродів (4) в кюветі концентратоміра.

Оцінка величини потенціалу рідинного з'єднання проводиться на основі рівня Гендерсона

$$E_j = -K \frac{\sum \lambda_i (C_i^R - C_i) / Z_i}{\sum \lambda_i (C_i^R - C_i^L)} \cdot \lg \left(\frac{\sum \lambda_i C_i^R}{\sum \lambda_i C_i^L} \right)$$

де: C_i – концентрація, λ_i – рухомість, Z_i – заряд і-того сорта іонів, (C_i^R, C_i^L) – індексована концентрація з правої і лівої сторони електроду.

Модель реакції $\langle A | AX(mi) || BX(m_2) || B \rangle$ визначається на підставі взаємодії.

Найбільш ефект при аналітичному дослідженні складу домішок можна одержати на основі розчину KCl, так як $T=250C$, $KCl: \lambda_{K^+} / \lambda_{Cl^-} = 0,96$ - задає високий рівень потенціалу.

Присутність в розчині часток і колоїдних компонент приводить до дестабілізації потенціалів рідинних комірок і формування електричного заряду.

В загальному вигляді динаміка потенціалу електроду представляється у вигляді рівняння:

$$E_j = -K \int_L^R \frac{C_i \lambda_i / \sum C_i \lambda_i}{Z_i} \lg a_i dl = -R \int_L^R \frac{t_i}{Z_i} \lg a_i dl$$

де a_i – активність і-того іону, $t_i = C_i \lambda_i / \sum C_i \lambda_i$ – число переносу і-го іону.

Вимоги до приладу для вимірювання потенціалу ($R_{вн} > 100 \text{Ном}$, $U_{\text{max}} > 1\text{В}$, $I_{\text{вх}} = 10\text{-}12 \text{А}$) визначається згідно метрології

Час встановлення потенціалу на електроді після зміни концентрації залежить від:

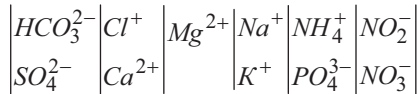
$$C_i = [4 \cdot 10^3 \div 4 \cdot 10^2] \text{мг/л} \quad t = 5 \text{хв}$$

$$C_i = [40 \div 4] \text{мг/л} \quad t = 10 \text{хв}$$

Час встановлення E_i після введення електроду в розчин буде визначатися $t_V = [3 \div 10]$.

8. Забруднення води річок.

Забруднення водних ресурсів річок відбувається за рахунок іонів стоку, як головних іонів хімічного складу води:



Вони є основою електро-фізичних і хімічних перетворень при генерації потенціалу на електродах і в залежності від їх концентрації, буде генеруватися. Електрорушійна сила у кислотному чи лужному середовищі або їх композиції з іншими компонентами.

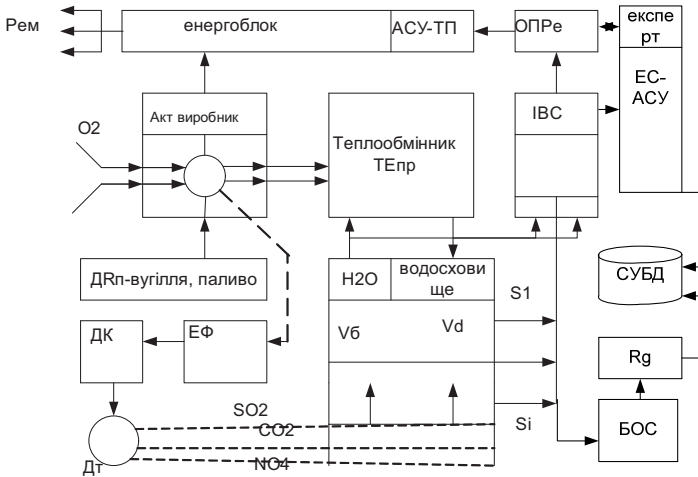
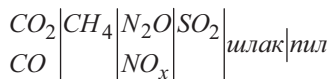


Рис. 5. Структурна інформаційно-ресурсна модель формування шкідливих викидів енергоблоком ТЕС

9. Емісія газів промислових викидів та їх розчинення у воді.

Емісія промислових викидів в енергетиці відбувається за рахунок відходів процесу горіння палива в середовищі кисню атмосфери згідно схеми на рис. 5.



На рис. 5: ДРп – джерело ресурсів вугільного палива; ЕФ – електрофільтр; ДК – димовідвідні канали; ДТ – димова труба; Si – сенсори; АСУ-ТП – система управління енергоблоком; ІВС – інформаційно - вимірювальна система; БОС – блок обробки сигналів; ЕС-АСУ – автоматизована система експертного управління технологічним процесом; Rg – реєстрація даних.

Потоковий граф формування шкідливих викидів ТЕС в систему (атмосфера-опаді-водосховище) є основою побудови блок-схеми формування забруднення навколишнього середовища.

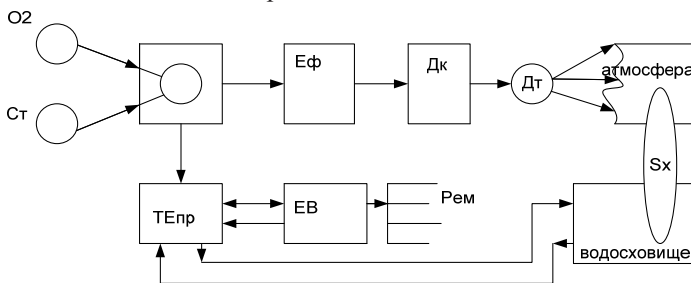


Рис. 6. Блок-схема формування забруднення середовища

Висновок. Проведено аналіз методів вимірювання і оцінки рівня забруднення техногенного середовища та фізико – хімічних моделей взаємодії <сенсор – середовище>, які можуть використовуватись для створення ІВС – АСУ – ТП, показано можливість створення високоефективних сенсорів на підставі гальванічного ефекту з лазерною активізацією розчину.

1. Зінчук В.К., Левицька Г.Д., Дубенська Л.О. Фізико-хімічні методи аналізу. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2008. – 362 с.
2. Ломницька Я.Ф., Чабан Н.Ф. Хімічні та фізико – хімічні методи аналізу в екологічних дослідженнях. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. Ів. Франка, 2009. – 304 с.
3. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды. / ред. Калвода Р. –М.: Химия, 1990. – 240 с.
4. Мигли Д., Торренс К. Потенциометрический анализ воды. –М.: Мир, 1980. – 515 с.
5. Кульський Л.А. Основы химии и технологи воды. –К.: Наук. Дум, 1991. – 568 с.
6. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека управління моніторинг, контроль. - К.: КНТ Дакор, Основа, 2007. – 412 с.

Поступила 4.02.2013р.