

РЕЗЮМЕ

Вольтамперометрическим методом, используя массивы острых структур никеля в качестве катода, проведены исследования электрохимического процесса восстановления ацетонитрила. Установлено, что массивы острых структур никеля, имея относительно большую поверхность, обладают значительной адсорбционной способностью к водороду, а процесс восстановления ацетонитрила происходит постадийно за радикальным механизмом.

SUMMARY

Researches of acetonitrile electrochemical restoration process were done by voltamperometric method using peakedness massives of nickel structures as cathode. Showed that peakedness massives of nickel structures possessing relatively big surface have much more adsorbing ability to Hydrogen. Stated that acetonitrile restoration process follows stages by radical mechanism.

ЛІТЕРАТУРА

1. Органическая электрохимия. Под. Ред. В.А. Петросяна и Я.Г. Феоктистова - М. Химия, 1988. - 1020 с.
2. Томилов А.П., Майрановский С.Г., Фиошин М.Я. Электрохимия органических соединений. - Л. Химия, 1968. - С. 167-183.
3. Органическая электрохимия: В двух книгах: Кн. 1 / Под ред. М. Бейзера и Х. Лунда. - Пер. с англ. / Под ред. В.А. Петросяна и Л.Г. Феоктистова. - М.: Химия, 1988. - 456 с.
4. Лаврентович Я.И., Коноплев Ю.Н., Зайцев В.Г., Мазалов Ю.П. // Поверхность. - 1991. - Т.9. - С. 67-71.
5. Томилов А.П., Фиошин М. Я., Смирнов В. А.. Электрохимический синтез органических веществ. - Л. Химия, 1976. - С. 125-137.
6. Маличенко Б.Ф. Молекулярные диаграммы органических соединений. Справочник. - К.: Наукова думка, 1982. - С. 85.

Поступило до редакції 09.12.2007 р.

І.Д. Лучейко

Тернопільський державний технічний університет ім. Івана Пулюя

УДК 66.023

СТІЙКІСТЬ СИСТЕМИ «ПРОТОЧНИЙ РЕАКТОР ЗМІШУВАННЯ + ПАРАЛЕЛЬНА РЕАКЦІЯ $A_1 \rightarrow \alpha_i A_{i+1}$ » ЩОДО ЗБУРЕННЯ ВХІДНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ РЕАГЕНТУ

Розвиваючи дослідження, приведені в роботах [1-10], щодо нестационарних процесів в ідеальних реакторах витиснення (РІВ) і проточного змішування (РІЗ), викликаних коливаннями концентрації реагенту на вході при проходженні оборотної реакції $A_1 \rightleftharpoons \alpha A_2$, представляло інтерес аналітичне дослідження умов стійкості стаціонарного режиму функціонування РІЗ при зовнішньому збуренні концентрації реагенту у випадку необоротної паралельної реакції з довільним числом стадій.

1. Постановка задачі. В безрозмірних величинах [3-10] математична модель простої хіміко-технологічної системи «РІЗ + реакція $A_1 \rightarrow \alpha_i A_{i+1}$ » у нестационарному режимі, спричиненому лише зміною початкової концентрації $c_1^{ex}(\bar{\tau})$ реагенту A_1 , матиме вигляд

$$\begin{cases} dc_1 / d\bar{\tau} = c_1^{ex} - c_1 - \sum_{i=1}^N \bar{w}_i \\ dc_{i+1} / d\bar{\tau} = \alpha_i \bar{w}_i - c_{i+1} & (i = 1, \dots, N) \\ \bar{\tau} = 0, \quad c_j = c_{0(j)}, \quad c_{N+1} = \alpha_N \left(x_0 - \sum_{i=1}^{N-1} c_{0(i+1)} \alpha_i^{-1} \right), \end{cases} \quad (1)$$

де $c_j = C_j / C_{01}^{ex} \geq 0$ ($j = 1, \dots, N+1$) – кінцеві концентрації $N+1$ інгредієнтів в одиницях номінальної (стаціонарної, індекс «0») концентрації A_1 на вході; $N \geq 1$ – кількість продуктів, рівна кількості паралельних стадій; $\bar{\tau} = \tau / \tau_0 \geq 0$ – час в одиницях середнього часу перебування суміші у зоні реакції; $\bar{w}_i = \bar{k}_i c_1^{n_i} > 0$ – швидкості реакцій (формальна кінетика); $\alpha_i > 0$ – зведені стехіометричні коефіцієнти

біля символів продуктів A_{i+1} ; $x_0 = 1 - c_{01} \equiv 1 - c_0 \leq 1$ – номінальний ступінь перетворення A_1 . Нерівності визначають області фізичних значень величин. Початкова умова відповідає стаціонарному режиму: $dc_j / d\bar{t} = 0$.

Як видно, система (1) із $N + 1$ рівнянь розпадається на два: перше – для реагенту з однією змінною c_1 та друге – для будь-якого продукту з концентрацією c_{i+1} , що математично відображає незалежність стадій.

Сумарний баланс за концентраціями характеризує РІЗ виключно як апарат ідеального перемішування неперервної дії [5-7]

$$dc / d\bar{t} + c = c_1^{ex}, \quad (2)$$

тобто розв'язок (2) [11] не залежить від конкретного виду реакції чи її відсутності

$$c = \left[\int c_1^{ex}(\bar{t}) \exp \bar{t} d\bar{t} + \text{const} \right] \exp(-\bar{t}), \quad (3)$$

де у випадку (1) $c = \sum_{j=1}^{N+1} c_j \alpha_{j-1}^{-1}$ (тут логічно $\alpha_0 \equiv 1$ – стехіометричний коефіцієнт біля A_1).

Зокрема, при гармонічному коливанні $c_1^{ex} = 1 + E \sin \bar{\omega} \bar{t}$ і початковій умові (1)

$$c = 1 + E \bar{\omega} (1 + \bar{\omega}^2)^{-1} \exp(-\bar{t}) + E (1 + \bar{\omega}^2)^{-1/2} \sin(\bar{\omega} \bar{t} - \arctg \bar{\omega}), \quad (4)$$

де $E \geq 0$ – амплітуда; $\bar{\omega} = \omega \tau_0 \geq 0$ – циклічна частота, *рад*.

Аналітичні розв'язки системи (1) для довільних порядків n_i реакцій можливі, якщо аналогічно [1-10] обмежитись такими збуреннями $c_1^{ex} = 1 + \varepsilon_1^{ex}$, що на виході відносні відхилення концентрацій від номіналів будуть малими

$$|\varepsilon_j| = |(c_j / c_{0(j)}) - 1| \ll 1. \quad (5)$$

Отже виконання умови (5) «автоматично» забезпечить стійкість режиму роботи РІЗ, тобто навіть імовірно великі збурення $|\varepsilon_1^{ex}| \leq 1$ стаціонарності реально не порушать: відповідні абсолютні відхилення $|\Delta c_j| = c_{0(j)} |\varepsilon_j| \ll c_{0(j)} \Rightarrow c_j \approx c_{0(j)}$.

Після підстановки (5) в (1), розкладу членів зі степенями в ряд Тейлора і врахування, що при стаціонарному режимі

$$x_0 = \sum_{i=1}^N \bar{w}_{0(i)} = \sum_{i=1}^N c_{0(i+1)} \alpha_i^{-1}, \quad (6)$$

дістанемо лінійну систему рівнянь

$$\begin{cases} d\varepsilon_1 / d\bar{t} + a\varepsilon_1 = \varepsilon_1^{ex} / c_0 \\ d\varepsilon_{i+1} / d\bar{t} + \varepsilon_{i+1} = n_i \varepsilon_1 \\ \bar{t} = 0, \varepsilon_1 = \varepsilon_{i+1} = 0, \end{cases} \quad (7)$$

де $a = 1 + c_0^{-1} \sum_{i=1}^N n_i \bar{w}_{0(i)} = 1 + \sum_{i=1}^N \partial \bar{w}_{0(i)} / \partial c_0 \equiv 1 + \sum_{i=1}^N a_i$ – загальна статична чутливість системи «РІЗ + N -стадійна необоротна паралельна реакція» (порівняй із відповідною чутливістю для простої оборотної реакції [5-7]); $\varepsilon_1^{ex} = c_1^{ex} - 1 = \Delta c_1^{ex}$ – відносне відхилення вхідної концентрації, рівне в прийнятих позначеннях абсолютному; $a_i \geq 0$ ($\Leftarrow n_i \geq 0$) – параметричні чутливості «самостійних» реакцій щодо одиничної зміни c_0 (у [5-10] фігурують дещо незручні позначення $\bar{\omega}_{0i} \equiv a_i$).

Зазначимо, що система (7) точна при будь-яких комбінаціях множини N значень $\{n_i\} = 0; 1$: вихідні рівняння (1) – лінійні.

2. Аналіз розв'язків. Частотні характеристики системи «РІЗ + паралельна реакція $A_1 \rightarrow \alpha_i A_{i+1}$ ». Розв'язки (7) при збуренні $\varepsilon_1^{ex} = E \sin \bar{\omega} \bar{t}$, зрозуміло, є сумами інерційних і гармонічних складових

$$c_0 \varepsilon_1 / E \equiv \Delta c_1^{ex} / \Delta c_{1max}^{ex} = \frac{\bar{\omega} \exp(-a\bar{\tau})}{\bar{\omega}^2} + \frac{1}{\bar{\omega}} \sin\left(\bar{\omega}\bar{\tau} - \arctg \frac{\bar{\omega}}{a}\right); \quad (8)$$

$$c_0 \varepsilon_{i+1} / E = c_0 \varepsilon_{i+1}^{in} / E + \frac{n_i}{\bar{\omega}_0 \bar{\omega}} \sin\left[\bar{\omega}\bar{\tau} - \arctg \frac{\bar{\omega}(a+1)}{a - \bar{\omega}^2}\right],$$

де $\bar{\omega} = (a^2 + \bar{\omega}^2)^{1/2}$, $\bar{\omega}_0 \equiv \bar{\omega}(a=1) = (1 + \bar{\omega}^2)^{1/2}$ (відсутність реакції, індекс « \circ ») – введені в роботах [5, 6] модулі окремих «повних» – у комплексній області – параметричних чутливостей; $c_0 \varepsilon_{i+1}^{in} / E = n_i \bar{\omega}(a-1)^{-1} [\bar{\omega}_0^{-2} \exp(-\bar{\tau}) - \bar{\omega}^{-2} \exp(-a\bar{\tau})] \sim n_i$.

Звідси для практично усталеного режиму ($\bar{\tau} \gg 1$) симплекси $\zeta_j = E_j / E$ амплітуд $E_1 = E / (\bar{\omega} c_0)$, $E_{i+1} = n_i E / (\bar{\omega}_0 \bar{\omega} c_0)$ вихідних ε_j й амплітуди $E \equiv E_1^{ex}$ вхідного ε_1^{ex} концентраційних сигналів – амплітудно-частотні характеристики (АЧХ) нашої системи

$$\zeta_1(\bar{\omega}) = \frac{1}{\bar{\omega} c_0}; \quad \zeta_{i+1}(\bar{\omega}) = \frac{n_i \zeta_1}{\bar{\omega}_0} \square n_i. \quad (9)$$

Фазочастотні характеристики (ФЧХ) не залежать явно від ступеня перетворення реагенту та порядків реакцій (розривну функцію $\arctg x$ замінено на неперервну $\arccos x$ [6])

$$\varphi_1(\bar{\omega}) = -\arccos \frac{a}{\bar{\omega}}; \quad \varphi_{i+1}(\bar{\omega}) = -\arccos \frac{a - \bar{\omega}^2}{\bar{\omega}_0 \bar{\omega}} \notin f(c_0, n_i). \quad (10)$$

При відсутності реакції ($\{k_i\} \equiv 0 \Leftrightarrow c_0 \equiv 1 \Rightarrow a \equiv 1, E_{i+1} \equiv 0$)

$$\zeta_{10} = \bar{\omega}_0^{-1}; \quad \varphi_{10} = -\arccos \bar{\omega}_0^{-1}; \quad \zeta_{(i+1)0} = \varphi_{(i+1)0} = 0 \quad (A_1 \rightarrow A_1), \quad (11)$$

що в деякій мірі «еквівалентно» до паралельних реакцій нульових порядків ($\{n_i\} = 0 \Rightarrow a = 1$)

$$\zeta_1 = (\bar{\omega}_0 c_0)^{-1}; \quad \zeta_{i+1} = 0; \quad \varphi_1 = -\arccos \bar{\omega}_0^{-1}; \quad \varphi_{i+1} = -\arccos(1 - \bar{\omega}^2) \bar{\omega}_0^{-2}. \quad (12)$$

Формули (8) - (12) справедливі при виконанні системи $N + 1$ нерівностей, які задають максимально допустиму величину $E \equiv \varepsilon_{1max}^{ex}$ збурення концентрації на вході [див. (5), (9)],

$$E_j \equiv \varepsilon_{jmax}^{ex} \square 1 \Rightarrow E \square \zeta_j^{-1} \Leftrightarrow \begin{cases} E \square \bar{\omega} c_0 = \zeta_1^{-1} \\ E \square \bar{\omega}_0 n_i^{-1} \zeta_1^{-1}. \end{cases} \quad (13)$$

Як впливає з умови (13), вона буде більш «м'якою» та спрощеною для зазначених вище «лінійних» випадків: $\{n_i\} = 0; 1 \Rightarrow E < \zeta_1^{-1}$.

2.1. Низькі ($\bar{\omega} \ll 1$) частоти коливань c_1^{ex} . Із (8) - (10) після розкладу в ряд Тейлора в околі точки $\bar{\omega} = +0$, враховуючи, що $a \geq 1$,

$$\zeta_1 \approx 1/(ac_0), \quad \zeta_{i+1} \approx n_i \zeta_1 \notin f(\bar{\omega});$$

$$\varphi_1 \approx -\bar{\omega}/a, \quad \varphi_{i+1} \approx (a+1)\varphi_1 \sim \bar{\omega}. \quad (14)$$

Останні вирази вірні для гармонічних збурень c_1^{ex} при виконанні однієї з умов [див. (13)]

$$E \square ac_0 \quad (n_i \leq 1);$$

$$E \square ac_0 / n_{max} \quad (n_k > 1), \quad (15)$$

де n_{max} – максимальне значення порядку з підмножини паралельних стадій, для яких $n_k > 1$.

2.2. Високі ($\bar{\omega} \gg a$) частоти коливань c_1^{ex} . Зі збільшенням $\bar{\omega} = \omega\tau_0$, як впливає з (9), зміна c_1^{ex} все менше впливає на стаціонарний режим роботи РІЗ: концентраційні чутливості ζ_j знижуються; детальне пояснення фізичного змісту дано в [5-7] і нижче.

Частотні характеристики системи, розклавши (8) - (10) у ряд Тейлора за малим параметром $a/\bar{\omega} \ll 1$, описуються формулами

$$\zeta_1 \approx 1/(\bar{\omega} c_0); \quad \zeta_{i+1} \approx n_i \zeta_1 / \bar{\omega} < \zeta_1;$$

$$\varphi_1 \approx -\pi/2 + a/\bar{\omega}; \quad \varphi_{i+1} \approx -\pi + (a+1)/\bar{\omega}, \quad (16)$$

де нерівність не справджується лише для випадку реакції дуже великого порядку: $n_i \geq \bar{\omega} \Rightarrow a \geq 1 \Rightarrow n_i \leq 1$.

Отже при достатньо високих частотах навіть значні ($E \ll 1$) збурення c_1^{ex} практично не порушуватимуть стаціонарності. Дійсно, умова (13) справедливості системи (7) набере вигляду

$$E \ll \bar{\omega} c_0 = \omega \tau_0 c_0 \quad (n_i \leq \bar{\omega}), \quad (17)$$

тобто для $E = 1 \Rightarrow \zeta_j \leq 1$ вже при $\bar{\omega} c_0 = 10$, що повністю співпадає з [6].

Таким чином, можна прогнозувати, що стосовно височастотних збурень концентрації реагенту стаціонарний режим роботи проточного РІЗ – незалежно від виду реакції – буде динамічно стійким.

3. Фізико-хімічна сутність результатів. На рис. 1 і рис. 2 представлені, розраховані за (9), (10), АЧХ (для $n_i = 0 \Rightarrow \zeta_{i+1} = 0$) та ФЧХ розглядуваної системи.

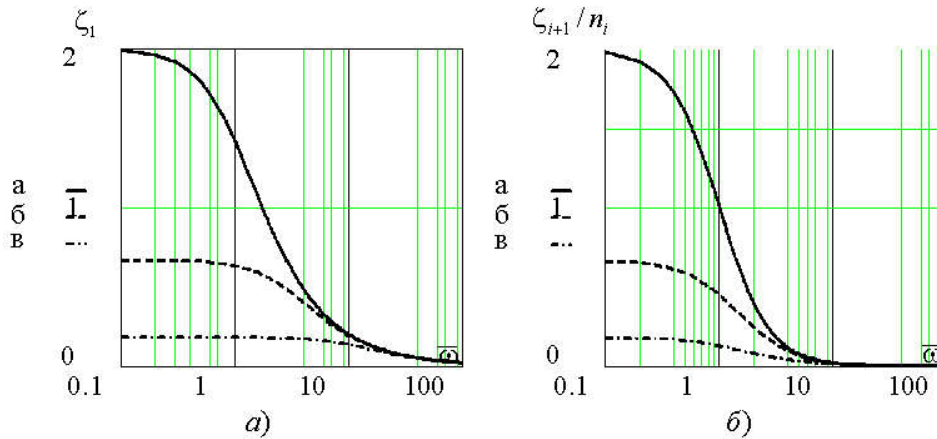


Рис. 1. Амплітудно-частотні характеристики $\zeta_1(\bar{\omega})$ (а) – реагент] та $\zeta_{i+1}(\bar{\omega})/n_i$ (б) – продукти] системи «проточний РІЗ + реакція $A_1 \rightarrow \alpha_i A_{i+1}$ » ($x_0 = 0.5$) при відносно малих ($E \ll \zeta_j^{-1}$) збуреннях концентрації A_1 на вході: а – $a = 1.001$; б – 3; в – $a = 11$.

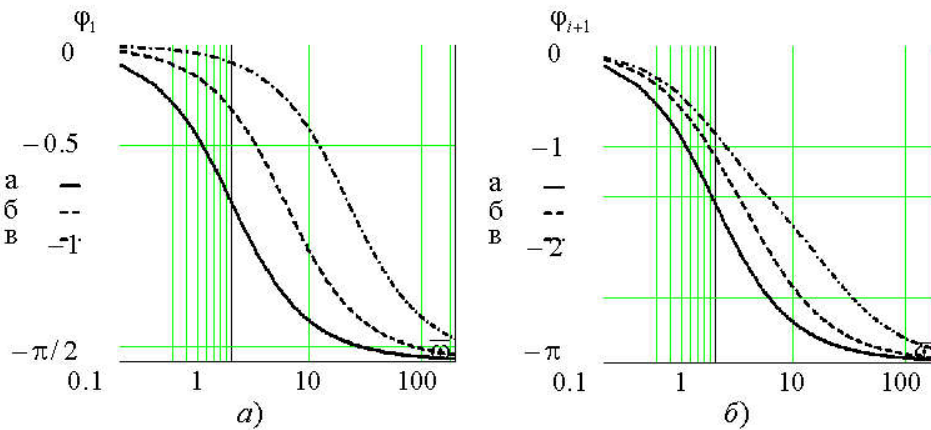


Рис. 2. Фазочастотні характеристики $\varphi_1(\bar{\omega})$ (а) та $\varphi_{i+1}(\bar{\omega})$ (б) системи «проточний РІЗ + реакція $A_1 \rightarrow \alpha_i A_{i+1}$ » ($x_0 \in [0; 1]$) при відносно малих ($E \ll \zeta_j^{-1}$) збуреннях концентрації A_1 на вході: а – $a = 1$; б – 3; в – $a = 11$.

Як видно з рис. 1 ($c_0 = \text{const}$), при кожному значенні $\omega\tau_0 = \text{const}$ зі зростанням сумарної чутливості $a = 1 + \sum_{i=1}^N n_i \bar{k}_i c_0^{n_i-1}$ (зокрема зі збільшенням констант $\bar{k}_i \square k_i \tau_0$ швидкостей реакцій) стійкість системи – оцінювана за величиною ζ_j^{-1} – стосовно збурення вхідної концентрації реагенту підвищується.

Найпростіше це можна пояснити на прикладі множини стадій перших порядків: $\{n_i\} = 1 \Rightarrow a = 1 + \tau_0 \sum_{i=1}^N k_i \equiv 1 + k\tau_0$. Звідси очевидно, що елементи системи (апарат і реакція) в розглядуваному аспекті цілком рівноправні; велике значення $a \square 1$ можуть окремо забезпечити як апарат ($\tau_0 \square 1/k$), так і реакція ($k \square 1/\tau_0$) або, зрозуміло, їх сумісна дія. Фізична суть проста: збільшення середнього часу перебування компонентів і більш швидка реакція логічно ведуть до сильнішого «згладжування» коливань c_1^{ex} . При високих частотах $\omega\tau_0 \square a$ спостерігається і висока стійкість $\zeta_j^{-1} \notin f(a)$, тобто інерційні властивості настільки великі, що система практично не реагує на зміну концентрації на вході [5-7].

Для зсувів фаз (рис. 2), незалежно від ступеня перетворення реагенту, з ростом a відповідні «фазові стійкості» також підвищуються: $|\phi_j|$ зменшуються. Проте з ростом ω вони закономірно – внаслідок інерції – збільшуються, що є своєрідним «компенсаційним» фактором відносно зменшення ζ_j .

Висновки

Аналітично розраховано АЧХ і ФЧХ проточного РІЗ у випадку необоротної паралельної реакції з довільними числом стадій, стехіометрією та формальною кінетикою при порівняно малих гармонічних збуреннях концентрації $c_1^{ex} = 1 + E \sin \omega t$ реагенту на вході. Для високих частот ($\omega \square a\tau_0^{-1}$, рад/с) стаціонарність режиму роботи реактора фактично не порушується навіть при великій (100 %) амплітуді E коливань концентрації реагенту. Умовою стійкості режиму щодо можливих збурень c_1^{ex} є практична реалізація нерівності $E \square \omega c_0 \tau_0(c_0)$.

РЕЗЮМЕ

Аналітично розв'язана задача опису роботи реактора ідеального змішування в нестационарному режимі внаслідок малих гармонічних коливань концентрації реагенту на вході при протіканні необоротної паралельної реакції. Розраховані амплітудно- та фазочастотні характеристики системи. Доведено, що при високих частотах стаціонарний режим практично стійкий навіть відносно великих збурень концентрації.

РЕЗЮМЕ

Аналитически решена задача описания работы реактора идеального смешения в нестационарном режиме вследствие малых гармонических колебаний концентрации реагента на входе при протекании необоротной параллельной реакции. Рассчитаны амплитудно- и фазочастотные характеристики системы. Доказано, что при высоких частотах стационарный режим практически устойчив даже относительно больших возмущений концентрации.

SUMMARY

Problem of description of unsteady condition perfect-mixing continuous reactor at small harmonic oscillations of inlet concentration for irreversible parallel reaction is analytically solved. Amplitude responses and phase responses of system are calculated. It is proved that at high frequencies stationary condition is practically steady even in relation to large perturbations of concentration.

ЛІТЕРАТУРА

1. І. Лучейко, М. Ямко. Стійкість стаціонарного режиму реактора ідеального витиснення при збуренні концентрації реагенту на вході. // Матер. 8-ї наук. конф. ТДТУ ім. І. Пулюя: Тези доп. - Тернопіль, 2004. - С. 123.
2. Лучейко І.Д., Ямко М.П. Малі збурення концентрації реагенту в реакторі ідеального витиснення (реакція $\nu_1 A_1 \rightleftharpoons \nu_2 A_2$). // Наук. записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Хімія. - 2005. - №9. - С. 57-65.
3. І. Лучейко, М. Ямко. «Резонанс фаз» у проточному реакторі ідеального змішування при гармонічному коливанні початкової концентрації реагенту. // Матер. 10-ї наук. конф. ТДТУ ім. І. Пулюя: Тези доп. - Тернопіль, 2006. - С. 179.
4. І. Лучейко. Хімічний реактор як перетворювач сигналу концентрації. // Матер. 10-ї наук. конф. ТДТУ ім. І. Пулюя: Тези доп. - Тернопіль, 2006. - С. 180.

5. Лучейко І.Д. Перехідний процес в системі проточний реактор ідеального змішування - реакція $A_1 \rightleftharpoons \alpha A_2$ при гармонічному збуренні концентрації A_1 на вході. // Наук. записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Хімія. - 2006. - N 10. - С. 53-58.
6. І. Лучейко, М. Ямко, Я. Гумницький. Частотні характеристики проточного реактора ідеального змішування при малих збуреннях концентрації реагенту (реакція $A_1 \rightleftharpoons \alpha A_2$). // Вісник Тернопільського державного технічного у-ту. - 2006. - Т. 11. - N 3. - С. 195-204.
7. І. Лучейко, М. Ямко, В. Гетманюк. Особливості перехідного режиму роботи проточного реактора ідеального змішування при гармонічному збуренні концентрації реагенту у випадку оборотної реакції $A_1 \rightleftharpoons \alpha A_2$. // Вісник Тернопільського державного технічного у-ту. - 2007. - Т.12. - №1. - С. 103-111.
8. Лучейко І.Д. Розрахунок статичних параметричних чутливостей системи «проточний реактор ідеального змішування + реакція $A_1 \rightleftharpoons \alpha A_2$ » як перетворювача сигналу концентрації. // Наук. записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Хімія. -2007. - №11. - С. 43-45.
9. І. Лучейко. «Ефект» наявності максимумів чутливості швидкості зворотної реакції в системі «проточний реактор ідеального змішування + реакція $A_1 \rightleftharpoons \alpha A_2$ ». // Матер. 11-ї наук. конф. ТДТУ ім. І. Пулюя: Тези доп. - Тернопіль, 2007. - С. 172.
10. І. Лучейко, М. Ямко, Б. Костюк. Інерційний імпульс концентрації продукту при гармонічному збуренні концентрації реагенту в проточному реакторі ідеального змішування. // Матер. 11-ї наук. конф. ТДТУ ім. І. Пулюя: Тези доп. - Тернопіль, 2007. - С. 173.
11. Самойленко А. М., Кривошея С. А., Перестюк Н. А. Дифференциальные уравнения. Примеры и задачи. - К.: Вища школа, 1984. - 408 с.

Поступило до редакції 06.02.2008 р.

Д.О. Польовий, О.І. Аксіментьєва
Львівський національний університет ім. Івана Франка

УДК 541.64; 541.13

ЗАКОНОМІРНОСТІ КОЛЬОРОВИХ ЗМІН В ПЛІВКАХ ПОЛІАМІНОАРЕНІВ

Колір об'єктів оточуючого нас середовища обумовлений спектральними характеристиками речовин, з яких вони утворені. При дослідженні кольорових характеристик об'єктів виникає необхідність відобразити залежність кольору від дії того чи іншого чинника, наприклад часу, потенціалу, або концентрації. Відомо, що електронний спектр в діапазоні 400-700 нм однозначно визначає колір речовини, проте залежність вигляду спектру від дії зовнішніх чинників є складною для сприймання і про колір речовини за ним судити важко. Це може бути вирішене шляхом використання так званих координат кольору – RGB (англ. red, green, blue), або більш зручних координат умовних кольорів XYZ [1].

Явище електрохромності – зміни кольору речовини під дією прикладеного потенціалу інтенсивно досліджується науковцями. Одержані результати переважно представляють у вигляді залежностей оптичної густини від досліджуваного фактору, а власне колір залишається без належної уваги. Дана ситуація пояснюється складністю розрахунків координат кольору і необхідністю зняття всього спектру у видимому діапазоні. За час дослідження електрохромних явищ нами одержано велике число електроелектрохімічних залежностей від різних чинників, таких як вплив електроліту [2], товщини плівки [3], наявності наноструктурованого шару TiO_2 та ін. Водночас питання кольору, як більш прикладної характеристики, висвітлені недостатньо.

Експериментальна частина

Плівки поліаміноаренів на поверхні оптично прозорих електродів (скляні пластинки, вкриті шаром SnO_2) одержували за допомогою анодної полімеризації відповідного мономеру (анілін, *o*-тодуїдин, *o*-анізидин) у сульфатному електроліті (0.5 М H_2SO_4). Для того, щоб одержати полімерну плівку певної товщини, застосовували метод циклічної вольтамперометрії (ЦВА) [4] Контроль товщини здійснювався за площею першого піку ЦВА кривої (рис. 1), який обумовлений оборотним одноелектронним процесом перетворення лейкоемеральдин – емеральдин [5]: