

КОЛЬОРОМЕТРІЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ІНДИКАТОРНИХ ХЕМОСОРБЕНТІВ АМІАКУ

**Т.С. Бєньковська^{1,2}, О.С. Ватраль¹, Р.Є. Хома^{1,2},
Р.М. Длубовський², Л.Т. Осадчий²**

¹Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, 65082, Одеса; email: rek@onu.edu.ua

²Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища і людини
МОН України та НАН України, вул. Преображенська 3, 65082, Одеса

Розроблено імпрегновані волокнисті хемосорбенти основних газів з візуальною ідентифікацією моменту “спрацьовування” динамічної поглинальної ємності (ІВХС-І), одержані шляхом просочування волокнистих носіїв водними розчинами багатоосновних кислот, до складу яких додаються кислотно-основні індикатори (Ind) з інтервалом переходу забарвлення у межах рН 3,0 ÷ 11,8. “Спрацьовування” динамічної поглинальної ємності вказаних хемосорбентів при поглинанні основного газу (аміаку) можливо візуально визначити за зміною забарвлення протигазового елемента (ПГЕ) з оберненої до обличчя сторони під час “проскоку” сорбтиву.

Однак, візуальна індикація “спрацьовування” динамічної поглинальної ємності несе лише якісну характеристику. Аналітичний сигнал, отриманий шляхом візуального детектування зміни забарвлення зразків ПГЕ (ІВХС-І), дозволяє лише зафіксувати момент “проскоку” токсичного хемосорбтиву (NH₃). Порівняння індикаторних систем за інтенсивністю зміни забарвлення з наступним вибором більш придатних для застосування на практиці можна провести лише на якісному рівні.

Кольорові характеристики зразків ІВХС-І (початкових та “спрацьованих” по NH₃) оцінювали методом хімічної кольориметрії. Усереднені значення *R*, *G*, *B* характеристик досліджуваних зразків визначали за допомогою on line програми IMGonline. Використовували наступні кольориметричні функції: *X*, *Y*, *Z* (координати кольору в системі CIEXYZ), *L*, *A*, *B* (координати кольору в рівноконтрастній системі CIELAB), насиченість кольору (*S*), кольоровий тон (*T*), повну кольорову відмінність (ΔE_{76}), жовтизну (*G*); відносну білизну зразків (*W*) та інтенсивність жовтого відтінку (*Ky*). В якості аналітичних сигналів “спрацьовування” зразків ІВХС-І застосовували також ефективні поглинання за червоним (*A_R*), зеленим (*A_G*) та синім (*A_B*), величини яких розраховували за формулами:

$$A_R = -\lg(R_r/R_0); \quad (1)$$

$$A_G = -\lg(G_r/G_0); \quad (2)$$

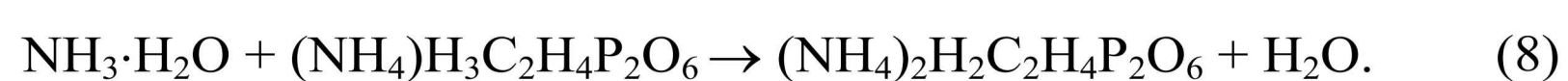
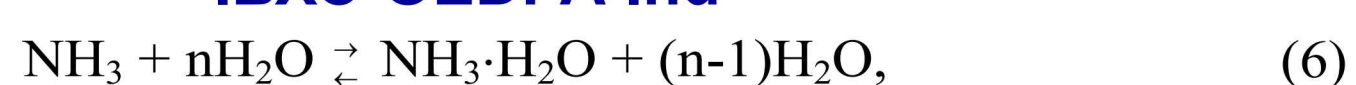
$$A_B = -\lg(B_r/B_0), \quad (3)$$

де *R*₀, *G*₀, *B*₀ – координати кольору початкових зразків; *R*_r, *G*_r, *B*_r – координати кольору “спрацьованих” зразків. Величини загального поглинання (*A_T*) та кольорового співвідношення (*CR*) визначали за формулами:

$$A_T = A_R + A_G + A_B; \quad (4)$$

$$CR = R_r/R_0 + G_r/G_0 + B_r/B_0 \quad (5)$$

ІВХС-OEDPA-Ind



Трифенілметанові барвники

$$K_{y0} = -23,378 \cdot \text{pH}_1 + 171,67; \quad R^2 = 0,9828 \text{ (крім BPB і XO)}, \quad (9)$$

$$Z_r = 15,536 \cdot \text{pH}_2 - 103,89; \quad R^2 = 0,9360 \text{ (крім BKG і XO)}, \quad (10)$$

$$\Delta L = -4,4516 \cdot \text{pK}_a + 33,839; \quad R^2 = 0,9025 \text{ (крім BPR і XO)}. \quad (11)$$

Азобарвники

$$R_0 = -20,165 \cdot \text{pH}_1 + 298,48; \quad R^2 = 0,9615 \text{ (крім CoR)}, \quad (12)$$

$$G_0 = -8,252 \cdot \text{pH}_1 + 157,71; \quad R^2 = 0,8892 \text{ (крім CoR)}, \quad (13)$$

$$L_0 = -4,5119 \cdot \text{pH}_1 + 80,259; \quad R^2 = 0,9987 \text{ (крім CoR)}. \quad (14)$$

ІВХС-CA-Ind

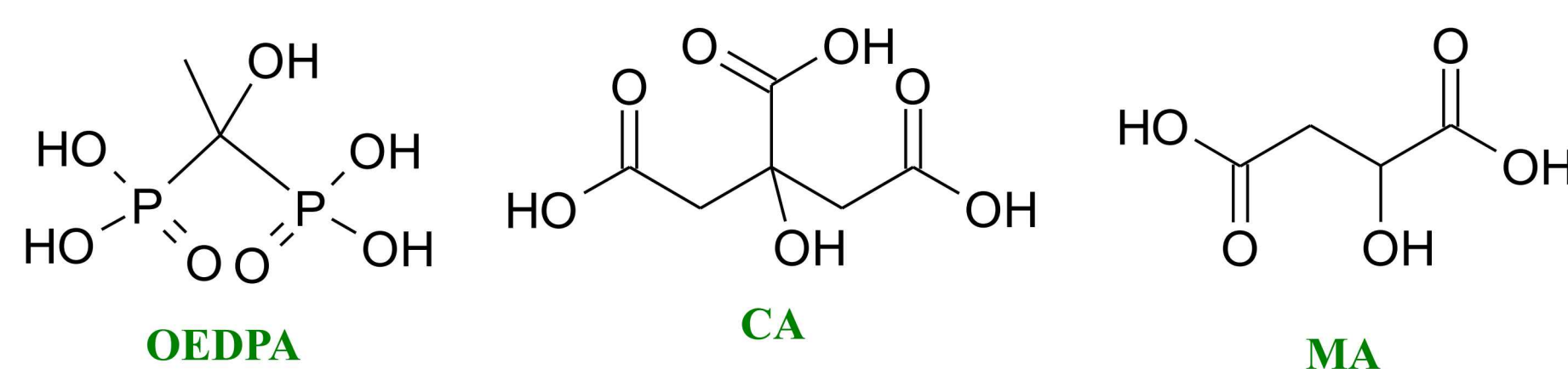


Трифенілметанові барвники

$$K_{y0} = 11,166 \cdot \text{pK}_a + 4,2525; \quad R^2 = 0,9694 \text{ (крім BCG)}. \quad (16)$$

$$y_r = 0,028 \cdot \text{pK}_a + 0,1507; \quad R^2 = 0,9848 \text{ (крім BPB)}. \quad (17)$$

де рН₁, рН₂ – значення рН нижньої та верхньої (відповідно) границі переходу забарвлення Ind; $\Delta S = S_r - S_0$



Забарвлення зразків ІВХС-І

Ind	Acid	Вихідний			“Спрацьований”		
		OEDPA	CA	MA	OEDPA	CA	MA
Azolitmine	Az						
Lacmoid	LA						
Congo red	CoR						
Methyl Orange	MO						
Methyl Red	MR						
Tropaeolin OOO	TrOOO						
Bromocresol green	BCG						
Bromoxylene blue	BXB						
Bromophenol blue	BPB						
Bromophenol red	BPR						
Thymol blue	TB						
Xylenol orange	XO						
Phenol red	PR						

ІВХС-MA-Ind

Трифенілметанові барвники

$$\Delta A = -9,7646 \cdot \text{pK}_a + 81,967; \quad R^2 = 0,904 \text{ (крім TB, PR)} \quad (18)$$

$$\Delta A = -10,466 \cdot \text{pH}_1 + 76,556; \quad R^2 = 0,9811 \text{ (крім TB, PR)} \quad (19)$$

$$K_{g1} = -34,524 \cdot \text{pH}_2 + 333,86; \quad R^2 = 0,8728 \text{ (крім BKG, XO)} \quad (20)$$

$$x_2 = 13,12 \cdot \text{pH}_2 - 73,91; \quad R^2 = 0,8367 \text{ (крім BKG, XO)} \quad (21)$$

$$y_2 = 11,306 \cdot \text{pH}_2 - 62,583; \quad R^2 = 0,8784 \text{ (крім BKG, XO)} \quad (22)$$

Азобарвники

$$Z_1 = 9,6084 \cdot \text{pK}_a - 17,251; \quad R^2 = 0,9530 \text{ (крім LA)} \quad (23)$$

$$y_1 = -0,0671 \cdot \text{pK}_a + 0,7403; \quad R^2 = 0,9919 \text{ (крім CR)} \quad (24)$$

$$z_1 = -0,0168 \cdot \text{pK}_a + 0,3889; \quad R^2 = 0,9098 \text{ (крім MR)} \quad (25)$$

В якості аналітичного сигналу “спрацьовування” зразків ІВХС-І нами вибрана величина загального поглинання, абсолютне значення якої для ІВХС-OEDPA-Ind, ІВХС-CA-Ind та ІВХС-MA-Ind зменшується у рядах індикаторів, відповідно:

XO > MO > TrOOO > BPR > PR > LA > TB > CoR > BCG > MR > BPB > BXB
MO > TrOOO > MR > CoR > PR > BPR > TB > BXB > XO > Az > LA > BCG > BPB
PR > LA > TB > TrOOO > BXB > MR > AZ > XO > MO > BPR > BPB > BXG > CoR.

Таким чином, виявлено специфіку зміни кольориметричних функцій індикаторних імпрегнованих волокнистих хемосорбентів під час поглинання ними NH₃. Для більш глибоких висновків необхідне проведення додаткового дослідження поведінки в модельних системах NH₃ – Acid – Ind – H₂O, що буде предметом майбутніх наших досліджень.