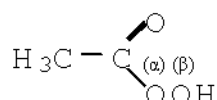


УДК: 543.80

## ХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНТНЕ ВИЗНАЧЕННЯ НАДОЦТОВОЇ КИСЛОТИ

За хімічною будовою надоцтова (пероксиетанова) кислота є моноацетильним похідним гідроген пероксиду. Уведення у молекулу гідроген пероксиду ацетилу

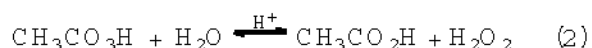
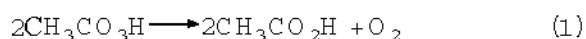


призводить до різкого зниження енергії розриву пероксидного зв'язку ( $E_{\text{O-O}}$ ) і підвищення окисаційної здатності молекули у цілому. Посилення окисаційних властивостей обумовлене також пониженням основності і, як наслідок, – підвищенням стабільності покидаючого іону  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  у порівнянні з  $\text{HO}^-$  у системі гідроген пероксиду. Зниження  $E_{\text{O-O}}$  забезпечується мезомерною взаємодією  $\pi$ - і  $p$ -електронів  $\alpha$ -пероксидного атому кисню в молекулі пероксикислоти. Однак у порівнянні із оцтовою кислотою пероксикислота за протоногенною активністю слабша на 3–4 порядки. Пояснюється це головним чином виходом неподілених пар електронів зовнішнього  $\beta$ -пероксидного атома кисню із площини ланки  $\text{CH}_3\text{COO}$  молекули надоцтової кислоти внаслідок взаємного відштовхування  $p$ -електронів пероксидних атомів (так званий „гош-ефект”).

Надоцтова кислота набула важливого практичного значення завдяки широкому промислового застосуванню її в технології органічного синтезу як селективно діючий окисник, а також для цілей дезінфекції в медицині та інших сферах народного господарства [1-4]. Оскільки її використання як дезінфектанту не призводить до утворення токсичних сполук, надоцтова кислота є ідеальними дезінфікуючим агентом у замкненій системі очищення води, а також при виготовленні пивобезалкогольних напоїв, в консервній, молочній, рибній промисловостях, сільському господарстві тощо.

Продукують надоцтову кислоту ацилюванням пероксиду водню оцтовою кислотою або її ангідридом. Випускають у вигляді водних розчинів концентрацією до 40 %. Типовими робочими концентраціями для дезінфекційних цілей є 0,005-0,2 % (50-2000 мкг/мл). Тому швидкі та достатньо селективні аналітичні методики визначення мікрограмових кількостей пероксикислот виявляють інтерес для служб контролю якості препаратів, а також здійснення моніторингу навколишнього середовища.

Характерною особливістю поведінки надоцтової кислоти в розведених розчинах, що відрізняє її від інших відомих в практиці пероксикислот, таких як монопероксифталева або дипероксиадипінова кислота, є її відносно низька стійкість: розбавлені розчини надоцтової кислоти внаслідок самочинного перебігу необоротної реакції диспропорціювання (1), яка може набувати каталітичного характеру в присутності солей перехідних металів, а також процесу гідролізу (2), каталізованого іонами водню, досить швидко втрачають активність. А тому водні розчини надоцтової кислоти зазвичай сильно забруднені гідроген пероксидом і киснем, що ускладнює їх аналіз на вміст пероксикислоти класичним методом йодометрії [5-7].



Серйозною проблемою аналізу є те, що стандартні розчини надоцтової кислоти через низьку стійкість вимагають стандартизації декілька разів на день. Інша складність спричинена присутністю у зразках комерційних препаратів різних кількостей гідроген пероксиду, що є результатом технології їх продукування, а також, як було уже зазначено, неконтрольованих зворотних синтезу процесів гідролітичного розщеплення надоцтової кислоти у розведених водних розчинах. Це особливо стосується

високочутливих методик хемілюмінесцентного визначення органічних пероксикислот в присутності гідроген пероксиду [8-9].

В основу відомого хемілюмінесцентного методу аналізу водних розчинів пероксикислот покладена лінійна залежність між параметрами хемілюмінесценції, яке виникає в реакції окиснення хемілюмінесцентного індикатора – натрієвої солі гідразиду 3-амінофталевої кислоти (люмінолу,  $H_2L$ ), і концентрацією пероксикарбонової кислоти в розчині. Особливістю застосованої аналітичної системи для визначення пероксикарбонових кислот є те, що можлива супутня домішка пероксикислоти – гідроген пероксид – в певному оптимальному інтервалі концентрацій чинить активуючий або, навпаки, пригнічуючий (при достатньо високій концентрації) вплив на процес виникнення хемілюмінесценції в реакції люмінолу з пероксикислотою. Це пояснюється участю гідроген пероксиду в утворенні випромінювача хемілюмінесцентної реакції внаслідок чого зростає її квантовий вихід або, навпаки, дезактивацією проміжної частинки кисню, відповідальної за збудження хемілюмінесценції надлишком гідроген пероксиду. Оскільки кількість гідроген пероксиду у пробі є неконтрольованою, то визначення рекомендується виконувати у присутності наперед доданого надлишку ( $10^{-3}$ – $10^{-2}$  М) гідроген пероксиду у буферних розчинах на основі фосфатної кислоти при рН 8 – 8,5, де досягається максимальне відношення сигнал /шум у досліджуваній системі. Однак за таких умов аналізу різниця хемілюмінесцентної активності між членами ряду дипероксикислот або монопероксикислот щезає: спостерігається практично повне співпадіння коефіцієнтів інструментальної чутливості залежностей  $I_{\text{макс}}-C_{\text{ПК}}$ .

Запропоновані умови виконання аналізу придатні для визначення індивідуальних моно- $C_8$ - $C_{13}$  або дипероксикарбонових кислот  $C_4$ - $C_{10}$  у водних розчинах, а для одержання градувальної кривої рекомендується використовувати відповідну визначуваній з досліджених рядів пероксикислоту. Впливу на інтенсивність та характер хемілюмінесценції в досліджуваних системах карбонові кислоти не виявляли [8,9].

Подальше вивчення можливості застосування методу хемілюмінесценції для кількісного визначення широко використовуваної в практиці надощтової кислоти показало, що проведення аналізу в присутності великого надлишку гідроген пероксиду ( $> 0,005$  М) є недоцільне, оскільки сильно зменшує чутливість визначення. Для одержання достовірних результатів при збереженні високої чутливості визначення необхідно мати калібрувальні криві серії стандартів надощтової кислоти, які вміщують ті чи інші концентрації пероксикислоти і гідроген пероксиду. Однак такі стандартні розчини одержувати і зберігати дуже важко, а тому вони практично недоступні для широкого загалу дослідників.

Результати досліджень показали, що виконання аналізу методом стандартних додатків стійкої до гідролізу пероксикислоти на фоні наявної кількості гідроген пероксиду в досліджуваному зразку є оптимальним рішенням для забезпечення належних умов одержання правильних результатів аналізу та досягнення найвищої чутливості визначення пероксикислот в сумішах з гідроген пероксидом невідомого складу.

Як стандарт-додаток запропонована відносно стійка до гідролізу дипероксиадипінова кислота, яка не містить гідроген пероксиду. Такий вибір обумовлений достатньо високою термічною стійкістю дипероксиадипінової кислоти як у твердому стані, так і водному розчині. Нами опрацьований лабораторний метод одержання препарату дипероксиадипінової кислоти високого ступеню очищення, який наведений в експериментальній частині роботи.

### Експериментальна частина

Надощтову та дипероксикарбонові кислоти синтезували за методиками [10]. Надощтову кислоту (НОК) двічі переганяли під вакуумом водоструминного насосу при 25-28°C [11]. Одержані препарати надощтової кислоти містили 82-84 %, а дипероксикислот – 96-99 % основної речовини. Вміст гідроген пероксиду в надощтовій кислоті не перевищував 0,5%. В роботі використовували дипероксибутандіову (ДПБК), дипероксипентандіову (ДППК), дипероксигександіову (дипероксиадипінову, ДПАК), дипероксинонандіову (ДПАЗК) і дипероксидекандіову (ДПСК) кислоти. Після перекристалізації дипероксиадипінової кислоти із діетилового ефіру одержували хімічно чисті зразки препарату із температурою топлення 114,5°C. Препарати інших пероксикислот також практично не містили гідроген пероксиду. Їх зберігали у холодильнику при  $\leq 10^\circ\text{C}$ . В таких умовах вони не розкладаються протягом декількох місяців. Кінетику розкладу пероксикислот досліджували методом йодометричного титрування. Вихідні розчини  $1 \cdot 10^{-2} \div 5 \cdot 10^{-3}$  М пероксикислот готували об'ємно-ваговим методом на бідистилаті. Розчини гідроген пероксиду (0,1–0,01 М) виготовляли із пергідролію розбавленням його двічі перегнаною водою. Концентрацію розчинів контролювали перманганатометрично [12].

Вихідний 0,01 М розчин люмінолу ( $H_2L$ ) готували із очищеного комерційного препарату перекристалізацією з льодової оцтової кислоти в присутності активованого вугілля та насиченого розчину лугу за точною наважкою у 0,01 М розчині гідроксиду натрію. Решта реагентів очищали загальноприйнятими методами. В роботі використовували розчини лугу без карбонатів [13].

Для створення та підтримки необхідної кислотності середовища використовували 0,2 М фосфатні, 0,05 М боратні, або 0,2 М дифосфатні буферні розчини, рН розчинів контролювали за допомогою скляного індикаторного електроду ЭСЛ-43-07 та іоніміру лабораторного И-130. Усі розчини виготовляли на бідистиляті.

Інтенсивність хемілюмінесценції вимірювали на установці [14] з фотоелектронним помножувачем ФЭУ-84-А, вимірювачем малих струмів ИМТ-0,5 і швидкодіючим (постійна часу 0,1 с) потенціометром-самописцем. Світлосуму (у відносних одиницях за 20 с) реєстрували за допомогою електронного цифрового інтегратора И-02. Реакцію, що супроводжується хемілюмінесценцією, проводили у кварцевій кюветі циліндричної форми діаметром 30 мм з робочим об'ємом 10 мл. При проведенні дослідів зберігали наступний порядок змішування: до розчину індикатора люмінолу в буфері додавали за допомогою піпеточного дозатора П-1 0,50 мл розчину досліджуваної суміші перексиду водню з пероксикислотою і реєстрували кінетичну криву  $I_{\text{хл}}$  – час (хв). Дозатор влаштований у зйомний тримач, який ізолює фотокатод фотоелектронного помножувача від стороннього світла, а відтак – дозволяє працювати при звичайному освітленні. Усі досліди виконували при температурі 18 – 20°C. Спеціальними дослідями була доведена відсутність будь-якого впливу оцтової та адипінової кислот на світіння в досліджуваних системах.

### Результати та їх обговорення

Попередні дослідження кінетики розкладу дипероксидикарбонових кислот у водних розчинах показали, що їх стійкість вища за надоцтову кислоту і помітно зростає із видовженням вуглеводневого ланцюга. Кінетичні криві у напівлогарифмічних координатах спрямлялися у прямі лінії тому за величину, яка характеризує питому швидкість процесу розпаду дипероксикислот, нами була вибрана ефективна константа швидкості реакції першого порядку. Ці дані наведені в таблиці 1.

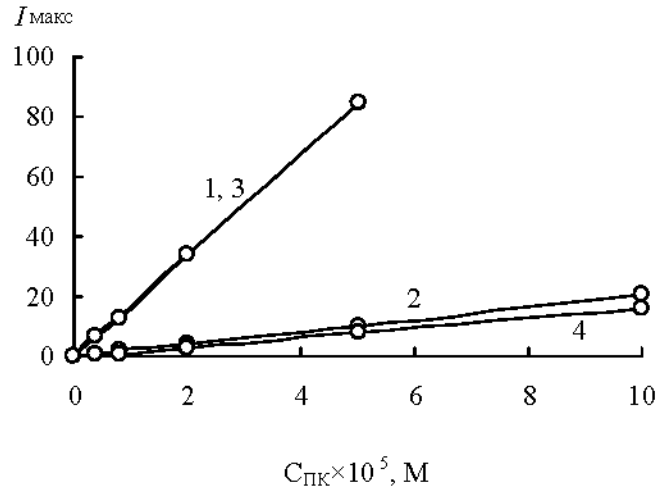
Виходячи із задовільної розчинності у воді за нормальних умов, а також достатньої стабільності, для подальших досліджень була вибрана дипероксиадипінова кислота.

На рис. 1 і 2 наведені концентраційні залежності максимальної інтенсивності хемілюмінесценції в системі ( $H_2L+H_2O_2$ ) – пероксикислота для надоцтової та дипероксиадипінової кислот. Вони свідчать про значно вищу (майже на порядок) активність дипероксикислоти у порівнянні до надоцтової кислоти в умовах помірного надлишку гідроген перексиду (до  $10^{-3}$  М). Зняття градувальних залежностей впродовж робочого дня підтвердило, що стандартні розчини надоцтової кислоти недостатньо стійкі, аби їх використовувати для калібрування, в той час як розчини дипероксиадипінової кислоти повністю зберігали свою активність в хемілюмінесцентній реакції окиснення люмінолу протягом часу спостереження. Очевидно, надоцтова кислота у відносно розведених розчинах, навіть в присутності надлишку гідроген перексиду, повільно розкладається; утворений в результаті гідролізу гідроген пероксид додатково чинить інгібуючий вплив на процес виникнення хемілюмінесценції в досліджуваній хемілюмінесцентній системі.

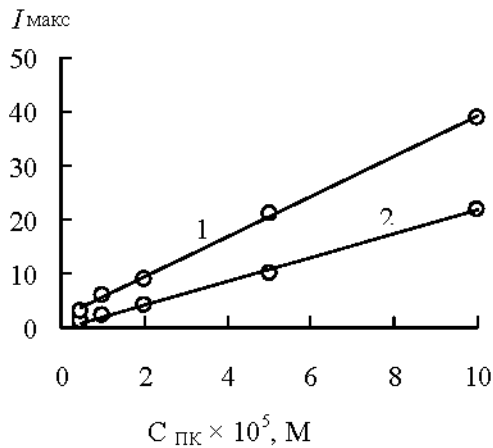
Таблиця 1

Константи розкладу дипероксикарбонових кислот  $C_4-C_{10}$  у водних розчинах при рН 4,7 і 20 °С

Сполука	Концентрація, $c \times 10^3$ , М	$K_{\text{еф}} \times 10^7$ , $c^{-1}$
ДПЯК	8,8	6,75
ДПГК	8,0	2,35
ДПАК	8,2	2,2
ДПАзК	8,0	0,95
ДПСК	3,0	0,7



**Рис. 1. Залежність максимальної інтенсивності хемілюмінесценції в системах  $H_2L-ПК(ДПК)-H_2O_2$  від концентрації пероксикислоти. 1,3 – ДПАК; 2,4 – НОК. 3,4 – через 8 год;  $1 \cdot 10^3 M H_2L$ ;  $1 \cdot 10^3 M H_2O_2$ ; рН 8,5.**



**Рис. 2. Вплив концентрації гідроген пероксиду на залежність  $I_{max} = f(C_m)$  для надоцтової кислоти.  $c(H_2O_2), M$ : 1 –  $1,5 \cdot 10^4$ ; 2 –  $1,0 \cdot 10^3$ , рН 8,5.**

Результати дослідів показали, що незалежно від надлишку гідроген пероксиду, присутнього в досліджуваних розчинах на дипероксиадипінову і надоцтову кислоти, відношення коефіцієнтів інструментальних чутливостей зберігає своє постійне значення. Для позначення відношення кутових нахилів градувальних залежностей незалежно від того присутній в розчині надлишок гідроген пероксиду чи гідроген пероксид відсутній вводить символ  $f$ . Цей експериментально встановлений нами факт покладений в основу застосування до аналізу сумішей надоцтової кислоти з гідроген пероксидом методу уведення стандартних додатків дипероксикарбонної кислоти. Такий спосіб виконання аналізу дозволяє врахувати вплив сторонніх речовин на швидкість хемілюмінесцентної реакції. Особливо доцільним є використання даного методу для аналізу схильних до гідролізу нижчих одноосновних пероксикислот в сильно розведених розчинах, які можуть містити відносно великий надлишок гідроген пероксиду.

**Методика хемілюмінесцентного визначення надоцтової кислоти методом стандартних додатків.** В кювету хемілюмінесцентного фотометра вносять 8,5 мл 0,2 М фосфатного буферного розчину з рН 8,5, додають 1,00 мл 0,01 М розчину люмінолу, ретельно перемішують і кювету встановлюють у світлонепроникну камеру фотометра. За допомогою дозатора приливають 0,50 мл попередньо вдвічі розведеного бідистилятом досліджуваного на над оцтову кислоту розчину і реєструють максимальну інтенсивність  $I$  або світлосуму  $S$  за час 30 сек. виникаючого світіння. Після цього дослід повторюють із сумішкою рівних об'ємів аналізованого розчину та стандартного розчину з відомою концентрацією  $C_a$  додатку – дипероксиадипінової кислоти.

Концентрацію аналізованого розчину  $C_x$  розраховують за формулою:

$$C_x = C_a \times f \left( \frac{I_x}{I(x+a) - I_x} \right), \text{ де}$$

$C_a$  – концентрація стандартного розчину додатку, моль/л ;

$f$  – відношення коефіцієнтів чутливості (кутових нахилів) градувальних залежностей для визначуваного інтервалу концентрацій дигіпероксидипінової та надощтової кислот відповідно;

$I_x (S_x)$  – інтенсивність (світлосума) хемілюмінесценції в досліді з аналізованим розчином у відн. од.;

$I(x+a)$  (або  $S(x+a)$ ) – інтенсивність (або світлосума) хемілюмінесценції в досліді із сумішкою розчинів: аналізованого і стандартного з відомою концентрацією додатку, відн. од.

В табл. 2 наведені результати визначення надощтової кислоти в свіжо виготовлених модельних сумішах з гідроген пероксидом запропонованим нами методом.

Опрацьована методика була застосована для визначення надощтової кислоти в комерційних дезінфекційних препаратах „Стеридіал-Ц” (надощтової кислоти 5,24%, гідроген пероксиду 34 %) та „Стеридіал-П” ( надощтової кислоти 1,06%, гідроген пероксиду 21,25 %), обидва виробництва фірми „Імпульс” (Гданьськ, Польща); вміст гідроген пероксиду та надощтової кислоти в препаратах встановлювали перманганато-йодометричним методом [7].

В табл. 3 наведені результати порівняльного аналізу на надощтову кислоту розбавлених розчинів названих препаратів, вміст НОК в яких паралельно визначали відомим  $n$ -анізидиновим методом [15].

Таблиця 2

**Результати визначення надощтової кислоти в сумішах з гідроген пероксидом  
хемілюмінесцентним методом додатків**

**( $n=5$ ;  $P=0,95$ )**

Введено $c \times 10^5$ , М		Визначено, $c \times 10^5$ , М	$S_r$
НОК	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	$x \pm \Delta x$	
0,20	5	0,21±0,02	0,09
0,50	15	0,48±0,04	0,07
1,00	15	0,99±0,07	0,06
5,00	100	4,85±0,24	0,04

Таблиця 3

**Результати визначення надощтової кислоти ( $c \times 10^5$ , М)  
в препаратах Стеридіал запропонованим (I) і  $n$ -анізидиновим методом (II)**

**( $n=5$ ;  $P=0,95$ )**

Об'єкт (ступінь розбавлення)	I		II	
	$C_{НОК}$	$S_r$	$C_{НОК}$	$S_r$
Стеридіал-П (1 : 1000)	2,80	0,05	2,79	0,02
Стеридіал-Ц (1 : 5000)	2,77	0,05	2,76	0,02

Одержані результати свідчать про принципову можливість виконання аналізу розчинів надощтової кислоти запропонованим способом. Безумовною перевагою його є забезпечення одержання правильних результатів без необхідності втомливої перевірки градувальної залежності впродовж робочого дня. Даний підхід до аналізу розчинів надощтової кислоти дозволяє досягати максимально можливої чутливості визначення її в досліджуваному зразку і, звичайно, може бути поширений на інші моно- та дигіпероксікарбонові кислоти.

## РЕЗЮМЕ

На основі даних літератури щодо кількісного визначення органічних пероксикислот в присутності гідроген пероксиду методом хемілюмінесценції та одержаних автором роботи результатів дослідження хемілюмінесцентної активності розчинів надощтової кислоти в реакції з люмінолом обґрунтована доцільність проведення аналізу розчинів надощтової кислоти методом стандартних додатків стійкої до гідролізу пероксикислоти на фоні наявної кількості гідроген пероксиду в досліджуваних зразках. Такий підхід є оптимальним для забезпечення належних умов одержання достовірних результатів аналізу та досягнення найвищої чутливості визначення схильних до гідролізу пероксикислот в розведених розчинах з надлишком гідроген пероксиду. Як стандарт-додаток запропонована дипероксиадипінова кислота, яка практично не вміщує гідроген пероксиду.

Запропонована методика хемілюмінесцентного визначення надощтової кислоти апробована при аналізі комерційних дезінфекційних препаратів групи Стеридіал виробництва фірми «ІМПУЛЬС» (Гданьськ, Польща).

Результати визначення надощтової кислоти ( $2,8 \cdot 10^{-5}$  М) в препаратах запропонованим способом та незалежним кінетичним п-анізидиновим методом добре узгоджуються між собою. Для інтервалу концентрацій  $(0,2-5) \cdot 10^{-5}$  М надощтової кислоти в присутності  $(5-100) \cdot 10^{-5}$  М  $H_2O_2$   $Sr = 0,09-0,04$ .

## РЕЗЮМЕ

На основании литературных данных относительно количественного определения органических пероксикислот в присутствии пероксида водорода методом хемилуминесценции и полученных автором работы результатов исследования хемилуминесцентной активности перуксусной кислоты в реакции с люминолом обоснована целесообразность выполнения анализа растворов перуксусной кислоты методом стандартных добавок устойчивой к гидролизу пероксикислоты на фоне имеющихся количеств пероксида водорода в исследуемых образцах. Такой подход является оптимальным для обеспечения надлежащих условий получения правильных результатов анализа и достижения наивысшей чувствительности определения склонных к гидролизу пероксикислот в разбавленных растворах с избытком пероксида водорода. В качестве стандарта-добавки предложена дипероксиадипиновая кислота, которая практически не содержит пероксида водорода.

Предложенная методика хемилуминесцентного определения перуксусной кислоты апробирована при анализе коммерческих дезинфекционных препаратов группы Стеридиал производства фирмы «ИМПУЛЬС» (Гданск, Польша).

Результаты определения перуксусной кислоты ( $2,8 \cdot 10^{-5}$  М) в препаратах предложенным способом и независимым кинетическим п-анізидиновим методом хорошо согласуются между собой. Для интервала концентраций  $(0,2-5) \cdot 10^{-5}$  М перуксусной кислоты в присутствии  $(5-100) \cdot 10^{-5}$  М  $H_2O_2$   $Sr = 0,09-0,04$ .

## ЛІТЕРАТУРА

1. Тендер Дж., Нехватал А., Джуб А. Промышленная органическая химия. М.: Мир, 1977. - С.113, С. 225.
2. Дрюк В.Г., Карцев В.Г., Войцеховская М.А. Оксираны - синтез и биологическая активность. Механизм, ассоциативные и стерические эффекты пероксидного эпоксидирования алкенов. М.: Богородский печатник, 1999.- 528 с.
3. Disinfection with peroxugens / Baldry M.G.C., Fraser J.A.L. // Ind. Biocides. - Chichester etc., 1988. - P. 91-110.
4. Зарицький А.М. Дезінфектологія: В 3-х част.: ч.І. Загальні питання. Дезінфікуючі засоби та їх застосування. - Житомир: ПП РУТА, 2001. -384 с.
5. Swern D. Organic peroxide. New York: Wiley-Interscience. 1970. - V. I. - 654 p.
6. Greenspan F.P., Mac Kellar D.G. Analysis of aliphatic peracid // Anal. Chem. 1948. - V. 20. - P. 1061-1063.
7. Количественное определение надкислот в растворах, содержащих перекись водорода / Сукиасян А.Н., Свитова И.Р. // Хим. фарм. ж. - 1983. - Т. 17, № 3. - С. 366-368.
8. Хемилуминесцентный метод определения алифатических пероксикислот / Зинчук В.К., Скоробогатий Я.П., Блажеевский Н.Е. // Журн. аналит. химии. - 1988. - Т. 44, № 7. - С. 1339-1342.
9. Активность алифатических дипероксикислот в хемилуминесцентной реакции люминола / Зинчук В.К. // Журн. аналит. химии. - 2001. - Т. 56, № 12. - С. 1339-1342.
10. Peroxides. IV. Aliphatic diperacids / Parker W.E., Witnauer L.P., Swern D.J. // J. Am. Chem. Soc. - 1957. - V. 79. - P. 1929-1931.
11. Swern D. Organic peroxide. New York: Wiley-Interscience. 1970. - v. I. - 654 p.

12. Аналітична хімія. Жаровський Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В.- 2-е видав., перероб. і доп.– Київ : Вища школа. Головне вид.-во, 1982.- 544 с.
13. Лайтинен Г.А., Харрис В.Е. Химический анализ : Пер. с англ./ Под ред. Ю.А. Клячко. - 2-е изд. перераб. – М : Химия, 1979. - 624 с.
14. Блажеєвський Н.Е., Лукьянец В.М. Фотометр для хемиллюминесцентного аналізу // Биохемиллюминесценция в сельском хозяйстве: Межвуз. сб. научн. тр.- М.: Моск. Ветерен. акад., 1986.- С. 40-41.
15. Блажеєвський М.Є. Спектрофотометричне визначення пероксикарбонових кислот в присутності пероксиду водню за реакцією з п-анізином // Наукові записки ТДПУ ім. В. Гнатюка. Серія : Хімія, 2002. № 6 . – С.21-23.

*Поступило до Редакції 17.11.2003 р.*

***Т.М. Михайловська, Ю.В. Михайловська  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича***

**УДК 620.194**

## **ВПЛИВ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ СЕРЕДОВИЩА НА ІНГІБУЮЧУ ЗДАТНІСТЬ ПОЛІФОСФАТНОЇ КОМПОЗИЦІЇ**

На даний час значно збільшилися кількості води для енергетичних та технологічних цілей. Вода для таких споживачів, в основному готується хімічним способом на основі іонного обміну. Однак підготовка води у такий спосіб вимагає значних капітальних вкладень та великих витрат дорогих реагентів. Одним із перспективних методів підготовки води є термічне знесолювання води. Під час пароутворення відбувається значне упарювання води з поступовим підвищенням концентрації солей, що містяться в ній. При цьому сполуки кальцію можуть викликати інтенсивне солеосадження на металевих поверхнях. Поряд з цим, висока мінералізація циркулюючих розсолів викликає значну корозію обладнання. Ці процеси значною мірою ускладнюють експлуатацію таких установок.

Найбільш ефективним методом боротьби з такими небажаними процесами є спосіб інгібування. Витрати інгібітора в порівнянні з іншими методами обробки мінімальні, важливо також, що введення його в систему не потребує значних змін в технологічному обладнанні. Одним із недоліків цього методу – емпіричний підбір інгібітора. Тому на даний час тільки всебічне дослідження впливу інгібітора в конкретних умовах застосування (температура, мінералізація, кратність упарювання і т.ін.) дає можливість визначити доцільність використання інгібітора у таких системах. За правильного підбору інгібітора захисний ефект може досягати 85-90% і більше.

Різноманітність форм як корозійного руйнування так і відкладення солей викликане впливом на їх розвиток великої кількості факторів [1-4]. Аналіз літературних даних [2,5-7] показує, що процеси відкладення солей і корозії не тільки відбуваються паралельно, а взаємноспряжені і здатні індукувати один одного.

Вплив на корозію металів відкладень, що утворюються на їх поверхні при контакті з водою пояснюється неоднозначно [4]. Виявлений і обернений зв'язок – корозія металу в воді приводить до інтенсифікації солевідкладення на поверхні апарату чи трубопроводу.

Серед значної кількості відомих інгібіторів перевага надається таким, які є доступними, не дорогими, і, що найголовніше, не токсичними для довкілля. У зв'язку з цим спостерігається тенденція заміни деяких широко розповсюджених інгібіторів, наприклад, хроматів, побічних продуктів хімічних виробництв – ВНХ-1, ІКБ-4С, ІОМС та ін..

Метою роботи є визначення можливості застосування інгібіторів на основі поліфосфатів у сильномінералізованих середовищах. Ці інгібітори відповідають вище наведеним вимогам і добре зарекомендували себе в системах обігового охолодження.

**Моделювання робочих умов установок термознесолювання і розробка методики експерименту**