

Жуков Ю. Д.,
д-р техн. наук, завідувач кафедри морського приладобудування
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна.

Нікольчук С. А.,
аспірант кафедри морського приладобудування
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ СТІЧНИХ ВОД, ЩО ОЧИЩУЮТЬСЯ

У статті показані наявні методи очищення стічних вод від шкідливих речовин. Показані їх переваги та недоліки, вказана доцільність їх комбінування. Серед забруднюючих речовин у стічних водах найбільший відсоток припадає на сполуки амонію, отже контроль їх вмісту є важливою задачею для оптимальної роботи систем очищення. Наявні нині методи, не дозволяють оперативно здійснювати оцінку концентрації амонійних сполук у суднових стічних водах. Найчастіше використовується методи прямого та зворотного титрування, метод реактива Неслера (тетрайодомеркуріат калію). Для контролю величини рН, зміна якої є показником динаміки процесу, використовується метод скляного електроду. Всі наведені методи контролю вмісту амонію мають значний недолік – визначення концентрації потребує певних температурних умов та витрати часу, що виключає будь-яку автоматизацію. Крім того, один із найрозповсюдженіших реактивів для визначення концентрації амонію, містить ртуть, отже виключається його використання у суднових умовах. Пропонується використання методу поліметричних вимірювань для контролю якості стічних вод, що очищуються. Цей метод дозволить оптимізувати вимірювання, здійснювати контроль вмісту амонію в режимі реального часу. Також метод поліметричних вимірювань дозволяє здійснювати контроль кількох величин за допомогою одного вимірювального каналу. Використовуючи поліметричний сигнал, що корелює з концентрацією амонію в контрольованому середовищі, можливо здійснювати керування параметрами системи очищення, наприклад струмом і напругою, у випадку застосування електрохімічного методу очищення. Перевагою зазначеного методу є і можливість створення бази даних, що дозволить автоматично підбирати оптимальні режими роботи очисних засобів

Ключові слова: поліметричні системи; амоній; стічні води; системи очищення.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сьогодні, коли екологічні норми у багатьох європейських країнах вже закріплені на державному рівні, а законодавство про охорону навколишнього середовища постійно посилюється, перед виробниками систем очищення стічних вод виникають нові задачі. Устаткування з очищення стічних вод повинно постійно вдосконалюватися, залишаючись при цьому надійним, ефективним і доступним. Також повинні вдосконалюватися і засоби контролю вмісту шкідливих сполук. Для контролю вмісту амонію пропонується використання методів поліметричних методів.

Аналіз досліджень і публікацій. У вітчизняній науці поліметричним методам вимірювання були присвячені праці д-р техн. наук Жукова Ю. Д., д-р техн. наук Гордєєва Б. Н., канд. техн. наук Зівенко А. В., Прищєпова Є. О., Грєшнова А. Ю.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті: показати переваги та недоліки

наявних методів очищення стічних вод, доцільність їх комбінування. Розглянути найбільш розповсюджені способи контролю вмісту сполук амонію та їх недоліки. Розглянути перспективи використання поліметричних систем для контролю вмісту амонію у судових стічних водах.

Виклад основного матеріалу дослідження

Огляд методів очищення та контролю

1. Методи очищення стічних вод

Додаток IV Міжнародної Конвенції МАРПОЛ 73/78[5] визначає, що «Стічними водами» (СВ) називають:

- стоки та інші відходи із всіх типів туалетів, пісуарів і унітазів;
- стоки з медичних приміщень (амбулаторій, лазаретів) через розташовані в таких приміщеннях раковини, ванни та шпигати;
- стоки з приміщень, у яких утримуються живі тварини;

– інші стічні води, якщо вони змішані з перерахованими вище стоками.

До стічних вод відносять також господарсько-побутові води:

– стоки з умивальників, душових, пралень, ванн і шпігатів;

– стоки з мийок та устаткування камбуза, а також інших приміщень харчоблоку.

Характеристика неочищених стічних вод суден представлена в таблиці 1 [4].

Таблиця 1

Санітарно-гігієнічна характеристика і мікробіологічний склад неочищених стічних вод суден

Показник	Одиниця вимірювання	Максимальне значення	Мінімальне значення	Середнє значення
Зважені речовини	кг/м ³	68,94 ± 7,36 · 10 ⁻²	31,86 ± 4,78 · 10 ⁻²	50,4 ± 6,07 · 10 ⁻²
Розчинений кисень	кг O ₂ /м ³	5,4 ± 0,3 · 10 ⁻³	3,9 ± 0,2 · 10 ⁻³	4,7 ± 0,3 · 10 ⁻³
БПК ₅	кг O ₂ /м ³	61,38 ± 3,97 · 10 ⁻²	37,69 ± 2,33 · 10 ⁻²	49,5 ± 3,2 · 10 ⁻²
Водневий показник	од. рН	8,5 ± 0,5	6,4 ± 0,3	7,5 ± 0,4
Колі-індекс	шт./м ³	7,34 · 10 ⁹	4,26 · 10 ⁷	5,80 · 10 ⁸
Загальне мікробне число	шт./м ³	1,12 · 10 ¹⁵	8,02 · 10 ¹³	4,66 · 10 ¹⁴

За даними [8] у стічних водах міститься наступна кількість органічних речовин г/(людина·доба): карбамід – 30; карбамідна кислота – 0,7; креатині – 1,5; гіпнорова кислота – 0,7; жири – 0,75; амілаза – 0,1; органічні кислоти – 13; детрит – 13; білок – 2 · 10⁻³; ферменти – 5 · 10⁻³; мила – 0,7; летючі жирні кислоти – 8 · 10⁻³; старкобілін – 0,4; бактерії – 14; інші речовини – 2,1.

рН знаходиться в діапазоні 6,2...8,5, температура становить 20–25°C.

Аналіз стічних вод може бути використаний при виборі режимів та методу очищення. Також необхідно здійснювати виділення механічних домішок неорганічного і органічного походження, зважених і розчинених речовин, а також проводити знезаражування.

1.1. Механічні методи очищення

Базуються на відділенні зі СВ великих забруднювачів (шматки твердих речовин) із наступним їхнім здрібнюванням та видаленням. Для цієї мети можуть використатися фільтруючі сітки, що затримують забруднювачі, які потім періодично видаляються. Далі СВ відстоюються та очищуються за допомогою механічних фільтрів, або центрифуг. Очищена вода перед зливом за борт знезаражується за допомогою хлору або озонування. Механічні фільтри не в змозі забезпечити необхідний ступінь очищення СВ від розчинених органічних речовин і дрібних суспензій. Ступінь очищення СВ у цих установках не задовольняє вимогам, тому цей метод комбінують із іншими.

1.2. Фізико-хімічні методи очищення

У судових СВ до 60 % органічних забруднювачів перебувають у колоїдному стані, що не дозволяє видалити їх фільтрацією або відстоюванням [1]. Колоїди являють собою дрібні речовини, що не кристалізуються, діаметром менш 10–4 мм, тому для поділу колоїдної суспензії, необхідна агломерація колоїдних домішок з утворенням великих часток – пластівців забруднень. Найчастіше це завдання вирішується за допомогою хімічної обробки СВ.

Розроблено ряд технологій очищення, з яких найбільше поширення на практиці одержали: очищення за допомогою хімічних реагентів, реагентно-напірна флоатація та озонування.

1.3. Біологічний спосіб очищення СВ

Метод заснований на аеробних біохімічних процесах, які є результатом життєдіяльності певних мікроорганізмів (біомаси) у робочих відсіках очисних

установок із примусовою аерацією (аеротенках). Часто біомасу називають активним мулом. В активному мулі утримуються різні групи бактерій – цвілеві й дріжджові гриби. У ньому також можуть перебувати більш організовані представники фауни – найпростіші, коловертки, хробаки, личинки, водні кліщі, тобто всі види мікроорганізмів, які присутні у СВ.

Процеси знезараження забруднювачів у природних умовах ідуть досить повільно, тому в біохімічних установках спеціальними прийомами підтримується заданий обсяг життєздатних мікроорганізмів, що обробляє певну кількість забруднювачів за мінімальний час. Для підтримки потрібної життєдіяльності мікроорганізмів у СВ вводять відповідну кількість кисню або повітря. Біохімічні процеси в такому випадку називаються аеробними.

Життєдіяльність активного мулу триває визначений час. Для того, щоб при сприятливих умовах органічні речовини СВ перетворилися в органічну речовину мікроорганізмів, а потім відбулося самоокислення активного мулу, потрібно близько 50 годин. Це означає, що СВ повинні перебувати в установці досить тривалий час.

Після обробки очищені СВ відстоюються, знезаражуються та видаляються за борт або направляються на повторне використання (наприклад, як вода для змиву в туалетах).

Суднові установки біологічного очищення (УБО) передбачають очищення лише фекальних вод. Знежирені камбузні стоки та господарсько-побутові води проходять тільки процес знезараження в інших установках.

Сучасні судові УБО поступово витісняють установки, що використовують інші технології очищення.

1.4. Аналіз переваг й недоліків способів очищення СВ

Аналіз наведеного вище та джерел [2; 5], дає змогу зробити висновок, що механічні методи мають незначний ступінь очищення по солям амонію, фосфатам і органічним речовинам, отже, можуть використовуватися лише для первинного очищення стоків.

Методи біологічного очищення дають гарний результат по всім типам забруднень, окрім солей амонію та фосфатів. Також значним недоліком цього методу є великий проміжок часу, що потрібний для очищення.

Серед фізико-хімічних методів, найкращі результати демонструють сорбційні, мембранні та електрохімічні методи.

Недоліком першої групи є значне споживання хімічних реактивів у процесах очищення, що з технологічних та економічних міркувань є невигідним. Мембранні методи відрізняються високим ступенем очищення, але велика вартість та малий термін служби мембран роблять їх економічно невигідними. Електрохімічний метод вирізняється порівняно малим споживанням енергії, відсутня необхідність у хімічних реактивах.

Отже, можна зробити висновок, що найбільш перспективним, економічно- і технічно доцільним є комбінування методу механічного і електрохімічного очищення.

Одним із основних забруднювачів, що містяться у СВ є солі амонію, тому під час роботи очисного обладнання, виникає необхідність у контролі вмісту NH_4^+ у очищуваних СВ. Також підлягає контролю величина рН, за зміною якої можна робити висновки про динаміку проходження процесу, та робити висновки про якість роботи обладнання.

2. Методи контролю вмісту солей амонію

Іон NH_4^+ – утворює слабкі сполуки, тому пряме титрування їх в розчині з кислотно-основним індикатором неможливе. Визначають вміст солей амонію звичайно методом зворотного титрування, та за допомогою реактива Несслера.

2.1. Метод зворотного титрування

У методі зворотного титрування до досліджуваного розчину додають надлишок лугу, і аміак, що виділився відганяють, у визначений заздалегідь надлишковий об'єм титрованого розчину хлоридної кислоти. Кількість кислоти, що залишилась у розчині після взаємодії з аміаком, визначають титруванням лугу за метилоранжем. Результат розраховують за формулою оберненого титрування [7]

$$m(\text{NH}_3) = \frac{c(\text{HCL})v(\text{HCL}) - c(\text{NaOH})v(\text{NaOH})}{1000} M(\text{NH}_3) \quad (1)$$

2.2. Метод Несслера

Метод реактива Несслера [7] базується на утворенні характерного червоно-коричневого осаду – оксодимеркураммонію $[\text{OHg}_2\text{NH}_2]$. При взаємодії досліджуваного розчину з реактивом Несслера (лужним водним розчином дигідрату тетраїодомеркуріату калію (II) $\text{K}_2[\text{HgI}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Даний метод є колориметричним – концентрація амонію буде визначатися за інтенсивністю забарвлення з допомогою спеціальної шкали

3. Методи визначення рН

Для вимірювання величини рН використовуються електроди, потенціал яких залежить від концентрації іонів водню. До таких електродів відносяться: водневий, хінгдронний, стибівий та скляний. У промислових рН-метрах частіше застосовується скляний. Для виміру рН можливо користуватися концентраційним колом із двох скляних електродів, один із яких знаходиться у ємності зі стандартним розчином значення рН якого відома. Різниця потенціалів змінюється на 0.059 В на одиницю рН при 25 °С. Інший метод – колориметричний, в якому при визначенні рН застосовують реагенти (індикатори) інтенсивність забарвлення яких залежить від кислотності середовища. Розроблені буферний і безбуферний колориметричний методи визначення рН. Найбільш роз-

повсюдженим серед безбуферних – метод Міхаєліса, що базується на застосуванні певних стандартів – шкали, що отримується в результаті складання однокольорового індикатора групи нітрофенолу з розчином, що досліджується. Інтервал рН за методом Міхаєліса становить 2,8...8,4 од. рН.

Буферний колориметричний метод визначення рН, базується, у свою чергу, на порівнянні забарвлення індикатора в досліджуваному розчині зі шкалою, яка отримується в результаті додавання вибраного індикатора до ряду буферних розчинів з відомими значеннями рН.

4. Поліметричний метод контролю концентрації сполук амонію

Суть даного методу полягає в наступному: короткий імпульс малої потужності (амплітуда – 1 В, тривалість – 10^{-12} .. 10^{-9} секунд) надсилається у контрольоване середовище за допомогою контактного датчика, чутливий елемент якого – довга лінія. Електромагнітний імпульс розповсюджується вздовж чутливого елемента датчика. При цьому реакція середовища на зондуєчий імпульс, у вигляді відбитих імпульсів, буде нести в собі інформацію про його електродинамічні параметри. Поліметричним сигналом в цьому випадку буде сукупність зондуєчого, відбитого імпульсів та імпульсу, що пройшов через середовище [2].

Час затримки відбитого імпульсу відносно зондуєчого буде визначати кількісні характеристики (об'єм). Електродинамічні параметри (частотні характеристики діелектричної проникності), розраховані за формою зондуєчого, відбитого імпульсів будуть містити інформацію про якісні характеристики контрольованого середовища: вміст амонію, рН тощо.

При взаємодії зондуєчого імпульсу прийняті припущення, що [2]

- Швидкість руху компонентів середовища набагато менше ніж швидкість розповсюдження електромагнітних сигналів
- Середовище є лінійним з точки зору електромагнітних властивостей
- Довжина хвилі складових зондуєчого сигналу більше розмірів молекул середовища.

За таких умов електромагнітні процеси у чутливих елементах датчика можуть бути описані телеграфними рівняннями, що витікають із класичної системи рівнянь Максвелла. Час розповсюдження електромагнітного імпульсу в контрольованому рідкому середовищі залежить від її властивостей і визначається груповою швидкістю V розповсюдження зондуєчого імпульсу, яка функціонально пов'язана з діелектричною проникністю наступним співвідношенням:

$$\sqrt{\varepsilon} = \frac{t_2}{t_1} \quad (2)$$

І відповідно групова швидкість буде:

$$V = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}} \quad (3)$$

Дане співвідношення пов'язує діелектричну проникність контрольованого середовища з параметрами електромагнітного імпульсу

Отже, за поліметричним сигналом можна визначити параметри рідини, що зв'язані з її електрофізичними властивостями. Згідно з формулою Ліхте-

неккера-Ротера [9] діелектрична проникність залежить від об'ємного співвідношення компонентів

$$\lg \varepsilon^* = y_1 \lg \varepsilon_1 + y_2 \lg \varepsilon_2, \quad (4)$$

де $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – діелектрична проникність води і забруднювача, y_1, y_2 – відповідно концентрація.

Якщо діелектрична проникність середовища під час процесу очищення змінюється (зростає), можливим є застосування поліметричних вимірювань, адже за останні двадцять років була доведена практичність і ефективність даного методу, за допомогою якого можливо проводити вимірювання в режимі реального часу.

Для підтвердження даної гіпотези і отримання експериментальних рефlectorам використовувався стенд, схема якого зображена на Рисунку 1.

Поліметричний датчик (8) поміщується безпосередньо в бак (5), в якому знаходиться розчин, що імітує стічні води і підлягає очищенню. Розчин, з визначеною концентрацією солей амонію, проходить через електрохімічний реактор, де відбувається розклад амонійних сполук, після чого знову потрапляє до баку. Таким чином процес відбувається замкнено.

Через визначені проміжки часу (30 хв.) фіксуються рефlectorами, і відповідна концентрація та Ph, що визначаються доступним способом.

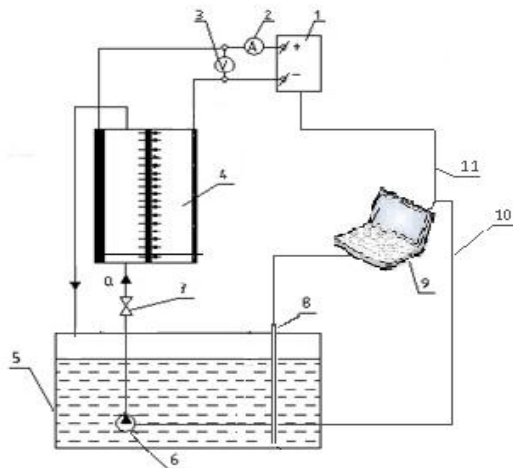


Рис. 1. Схема експериментального стенду

- 1 – джерело живлення постійного струму (напруги), 2 – амперметр, 3 – вольтметр,
 4 – Електрохімічний реактор, 5 – Бак, 6 – Циркуляційний насос, 7 – Кран, що регулює витрату води,
 8 – Поліметричний датчик, 9 – Персональний комп'ютер, 10 – Зворотній зв'язок для керування витратою води через реактор, 11 – Зворотній зв'язок для керування джерелом живлення

Експеримент проводився при використанні джерела постійної напруги та постійного струму. Значення напруги становили 3; 4.5; 6 В, значення струму 0.5; 1; 1.5 А.

По отриманим значенням концентрації за формулою (2) була розрахована діелектрична проникність для відповідних концентрацій.

На Рисунку 1 і Рисунку 2 показано залежність діелектричної проникності від концентрації для режиму постійного струму і постійної напруги.

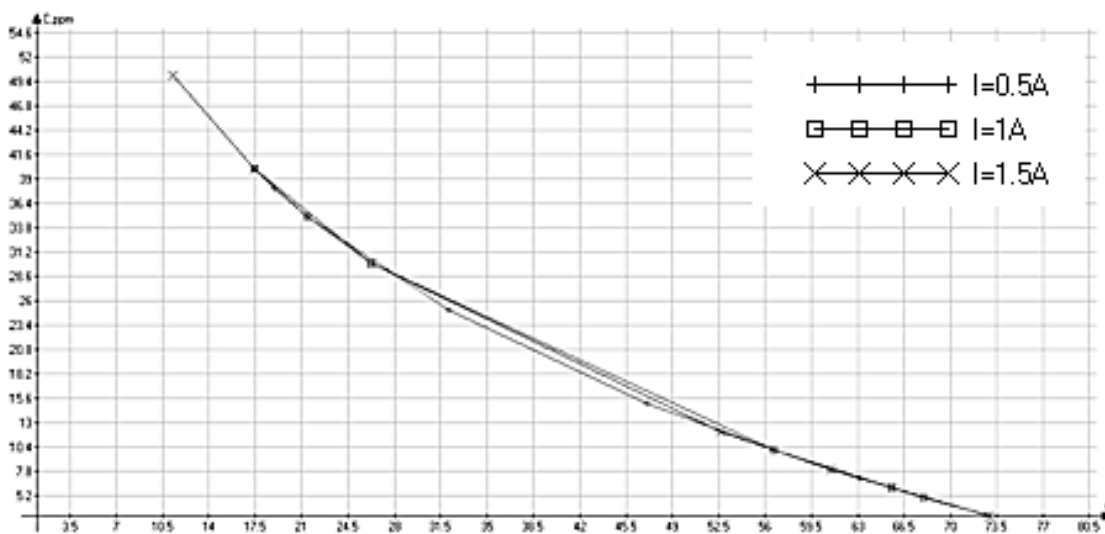


Рис. 2. Графік залежності діелектричної проникності від концентрації при постійному струмі

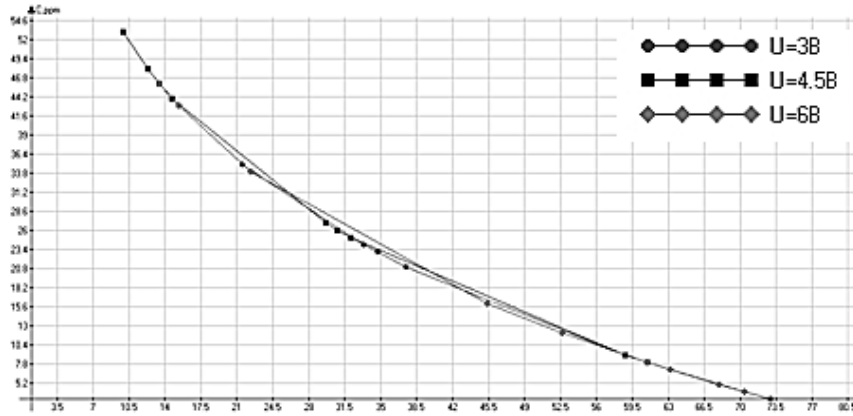


Рис. 3. Графік залежності діелектричної проникності від концентрації при постійній напрузі

За отриманими даними можна зробити висновок, що ефективніше використовувати джерело живлення у якості джерела струму. За даної умови процес проходить стабільніше.

На Рисунку 3 і Рисунку 4 показано зростання діелектричної проникності з часом. При використанні джерела струму, проникність зростає швидше і більш монотонно.

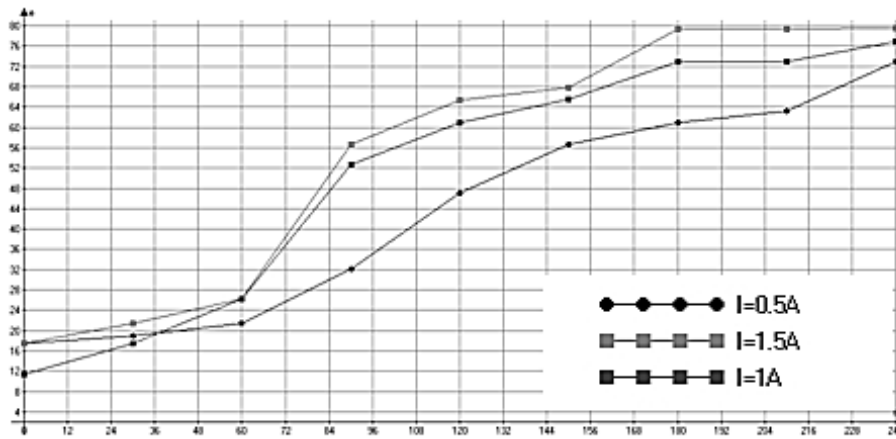


Рис. 4. Ріст діелектричної проникності з часом при постійному струмі

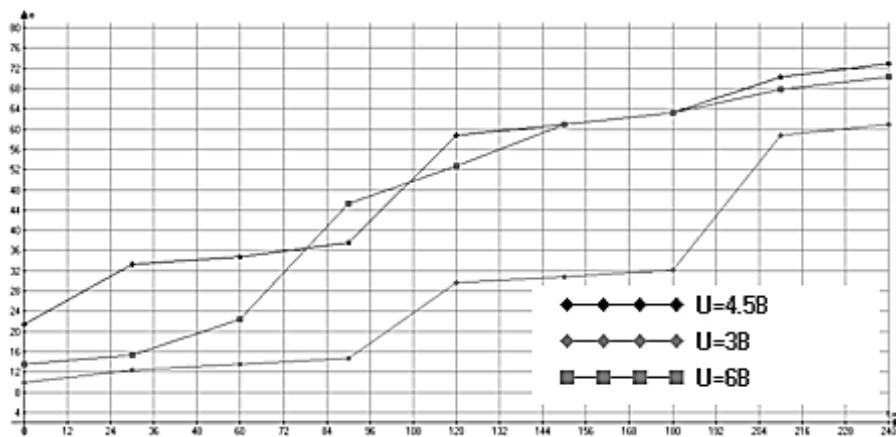


Рис. 5. Ріст діелектричної проникності з часом при постійній напрузі

Висновки:

Наявні методи контролю вмісту сполук амонію можуть застосовуватися лише в лабораторних умовах. Зокрема ці методи потребують використання дорогих і токсичних реактивів, що мають обмежений термін зберігання, малий діапазон вимірюваних значень, значну похибку, що може вноситися іншими речовинами. Такі обмеження виключають будь-яку оптимізацію і ефективне використання засобів очищення.

Висунута гіпотеза щодо можливості використання поліметричних вимірювань для контролю вмісту амонійних сполук передбачає, що у складі спеціального поліметричного сигналу може існувати такий гіперсигнал, зміни якого корелюють із змінами концентрації амонію в контрольованому середовищі.

У запропонованому методі поліметричних вимірювань контроль вмісту амонійних сполук здійснюється у режимі реального часу, а у випадку застосування системи, що буде містити певну базу даних

можливий і автоматичний підбір оптимального режиму процесу очищення за рахунок зміни параметрів джерела живлення і швидкості проходження сполуки через електрохімічний реактор.

На підтвердження гіпотези показано, що електродинамічні характеристики середовища (діелектрична проникність тощо) залежать від концентрації амонійних сполук, і тому можна стверджувати, що і

характеристики відповідного гіперсигналу будуть певним чином залежати від концентрації амонію.

На наступному етапі досліджень необхідно: побудувати математичну модель, провести експеримент, побудувати відповідний гіперсигнал та встановити відповідну функціональну залежність для її використання задля оптимізації та автоматизації відповідного процесу очищення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грановский М. Г. Электробоорботка гидкостей / Грановский М. Г., Лавров И. С., Смирнов О. В. – Ленинград : «Химия», 1976. – 216 с.
2. Жуков, Ю. Д. Полиметрические системы: теория и практика : [монографія] / Ю. Д. Жуков, Б. Н. Гордеев, А. В. Зивенко, А. Ю. Грешнов и др., под. ред. Ю. Д. Жукова. – Николаев : «Атолл» 2012. – 382 стр.
3. Ильев Д. В. Оценка природных сорбентов для очистки сточных вод цехов бытового обслуживания / Д. В. Ильев, Н. А. Салимова, С. А. Мустафаев // Химия и технология воды. – 1984. – Т. 6, вып. 5. – С. 449
4. Кичигин В. И. Исследование физико-химических характеристик поверхностного стока населенных пунктов / В. И. Кичигин // Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. – № 11. – С. 28.
5. Конвенция Марпол 73/78. Приложение VI [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.omctf.od.ua/marpol.html>.
6. Первов А. Г. Новые тенденции в разработке современных нанофильтрационных систем для подготовки питьевой воды высокого качества: обзор / А. Г. Первов, А. П. Андрианов, Р. В. Ефремов, Ю. В. Козлова // Серия. Критические технологии. Мембраны. – 2005, № 1 (25). – С. 18–34.
7. Пособие «Аналитическая химия» ФПХП АлтГТУ : учебные материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.chem-astu.ru/chair/study/anchem/>.
8. Средства очистки жидкостей на судах : справочник / Под. ред. к.т.н. И. А. Иванова. – Л. : «Судостроение» 1984. – 271 с.
9. Тареев Б. М. Физика диэлектриков / Б. М. Тареев. – Москва : «Энергоатомиздат», 1979. – 210 с.

Ю. Д. Жуков, С. А. Никольчук,

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев, Украина.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОЧИЩАЕМЫХ СТОЧНЫХ ВОД

В статье показаны существующие методы очистки сточных вод от вредных веществ. Показаны их преимущества и недостатки, указано преимущество их комбинирования. Среди загрязняющих веществ, наибольшее количество приходится на соединения аммония, следовательно, контроль их содержания является важной задачей для оптимальной работы систем очистки. Существующие сегодня методы не позволяют оперативно осуществлять оценку концентрации аммонийных соединений в судовых сточных водах. Чаще всего используются метод реактива Несслера. Для контроля величины рН, изменение которой является показателем динамики процесса, используется метод стеклянного электрода. Все указанные методы контроля содержания аммония имеют существенный недостаток – определение концентрации требует определённых температурных условий и затрат времени, что исключает любую автоматизацию процесса. Кроме того один из самых распространённых реактивов, для определения концентрации аммония содержит ртуть, а значит, исключается его использование в судовых условиях. Предлагается использование метода полиметрических измерений для контроля качества очищаемых сточных вод, которые очищаются. Данный метод позволит оптимизировать измерения, осуществлять контроль содержания аммония в режиме реального времени. Также метод полиметрических измерений позволит осуществлять контроль нескольких величин с помощью одного измерительного канала. Используя полиметрический сигнал, который коррелирует с концентрацией аммония в контролируемой среде, возможно осуществлять управление параметрами системы очистки, например током и напряжением, в случае использования электрохимического метода очистки. Преимуществом указанного метода, является и возможность создания базы данных, что позволит автоматически подбирать оптимальные режимы работы средств очистки.

Ключевые слова: полиметрические системы; аммоний; сточные воды; системы очистки.

Yu. D. Zhukov, S. A. Nicolchuk,

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

USE POLYMETRIC SYSTEMS FOR QUALITY CONTROL WASTEWATER CLEARED

In article existing methods of sewage treatment from harmful substances are shown. Their advantages and lacks are shown, advantage of their combination is specified. Among polluting substances, the greatest quantity is necessary on

ammonium connections, hence, control of their maintenance is an important problem for optimum robots of systems of clearing. Methods existing today do not allow to carry out operatively a concentration estimation ammonium connections in ship sewage. Are used a method of a reactant of Nessler more often. For control pH which change is an indicator of dynamics of process, the method of a glass electrode is used. All specified quality monitoring of the maintenance of ammonium has an essential lack – definition of concentration demands certain temperature conditions and time expenses that excludes any automation of process. Besides one of the most widespread reactants, for definition of concentration of ammonium contains mercury so, its use in ship conditions is excluded. Use of a method of polymetric measurements for quality assurance of cleared sewage which are cleared Is offered. The given method will allow to optimise measurements, to carry out control of the maintenance of ammonium in a mode of real time. Also, the method of polymetric measurements will allow to carry out control of several sizes by means of one measuring channel. Using a polymetric signal which correlates with concentration of ammonium in the controllable environment, probably to exercise clearing administration in parametres of system, for example a current and voltage in case of use of an electrochemical method of clearing. Advantage of the specified method, possibility of creation of a database that will allow to select optimum operating modes of means of clearing automatically is also.

Key words: *polymetric systems; ammonium; sewage; clearing systems.*

Рецензенти: *Томілін Ю. А., д-р біол. наук, професор;
Григор'єва Л. І., д-р біол. наук, професор.*

© Жуков Ю. Д., Нікольчук С. А., 2015

Дата надходження статті до редколегії 22.04.2015