



**Міністерство освіти і науки України**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

Для усіх спеціальностей

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до виконання лабораторних робіт**  
**з дисципліни «Основи охорони праці»**

**Харків 2014**



**Міністерство освіти і науки України**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

Для усіх спеціальностей

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**до виконання лабораторних робіт**  
**з дисципліни «Основи охорони праці»**

Затверджено на засіданні кафедри  
безпеки життєдіяльності та  
інженерної екології.  
Протокол № 10 від 05.02. 2014 р.

**Харків 2014**

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів усіх спеціальностей освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр” / Укладачі: В.О. Юрченко, Л.Г. Клевцова, О.В. Нестеренко, Ю.С. Левашова, О.В. Бригада, О.С. Лебедєва, О.М. Масс. – Х.: ХНУБА, 2014. – 28 с.

Рецензент Н.О.Косенко

Кафедра безпеки життєдіяльності та інженерної екології

## Загальні положення

Згідно з типовою програмою нормативної дисципліни "Основи охорони праці" для вищих навчальних закладів всіх спеціальностей і напрямів підготовки за освітньо-кваліфікаційним рівнем "бакалавр", затвердженої 18.03.2011р. Міністерством освіти і науки України та робочими програмами, майбутні спеціалісти із вищою освітою повинні одержувати знання і уміти забезпечити організацію і захист здоров'я робочих від впливу шкідливих та небезпечних факторів і зуміти створити безпечні умови праці.

Розглядаються вимоги до визначення граничної концентрації хімічних елементів у повітрі робочої зони, у питній воді, у продуктах харчування.

Задача студентів дослідити шкідливий вплив шкідливих та небезпечних факторів на здоров'я людини і ознайомитись з основними засобами вимірювання їхнього рівня, оцінити ці параметри на основі санітарних норм.

Ці рішення розробляються відповідно до індивідуальних завдань, які є в методиці.

Розроблені висновки студентів повинні мати нормативно обґрунтований характер.

Якщо є окремі питання, то в даних розділах виконуються на це відповідні посилання.

## Лабораторна робота №1

### ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЗОВАНOSTІ ПОВІТРЯ

**Мета роботи:** засвоїти методику визначення загазованості повітря.

**Прилади і матеріали:** універсальний газоаналізатор УГ – 2 з комплектом вимірювальних засобів (індикаторні трубки); сімітоване повітря, яке забруднене аміаком.

1.1 Методика відбору проб забрудненого повітря газоподібними сполуками за допомогою універсального газоаналізатора УГ – 2.

Принцип дії газоаналізатора УГ – 2 (рис. 1.1) заснований на пропусканні проб забрудненого шкідливими домішками повітря через індикаторну трубку, наповнену хімічним реактивом, що змінює колір під дією шкідливих домішок. Кількісний вміст шкідливих речовин показує довжина пофарбованого стовпчика порошку в індикаторній трубці. [1, 5, 13]

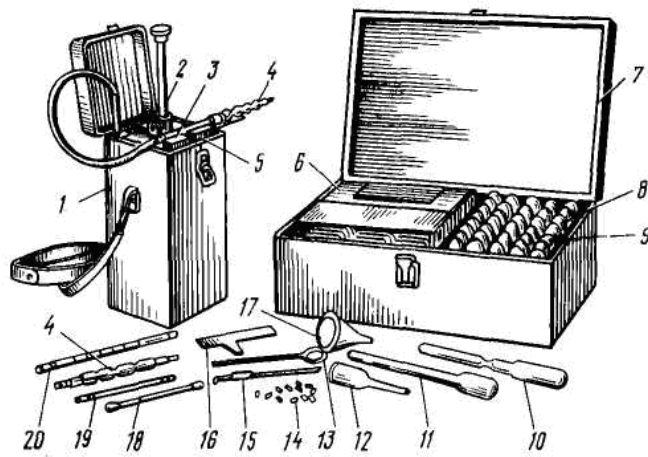


Рисунок 1.1 – Універсальний газоаналізатор УГ – 2

1 – повітрязабірний пристрій, 2 – шток; 3 – індикаторна трубка, 4 – трубка з поглинювальним порошком; 5 – шкала; 6 – футляр для трубок; 7 – футляр для укладання пристосувань; 8 – ампули з індикаторним порошком; 9 – ампули з поглинювальним порошком; 10 – порожня запасна ампула для індикаторного порошку; 11 – ампула для поглинаючого порошку; 12 – лійка з витягнутим кінцем; 13 – стрижень; 14 – пижі; 15 – штирчок; 16 – шаблон; 17 – воронка; 18 – індикаторна трубка; 19 – відпрацьована індикаторна трубка; 20 – термометр

Газоаналізатор складається з повітрязабірного пристрою 1, коробок з комплектами 7 приладдя і сорбентів для приготування індикаторних трубок з вигляду досліджуваної суміші пари або газу з повітрям. Повітрязабірний пристрій 1 призначено для продування повітря через індикаторні трубки. У закритій частині корпусу поміщається гумовий сільфон з двома фланцями і склянкою, в якому знаходиться пружина для утримання його в розтягнутому стані. У внутрішніх гофрах сільфона встановлені розпірні кільця для додання сільфону жорсткості і збереження постійного об'єму. На штуцері з внутрішньої сторони одягнена гумова трубка, яка другим кінцем через нижній фланець з'єднується з внутрішньою порожниною сільфона. На зовнішній кінець цього ж штуцера одягнена відвідна гумова трубка, до якої приєднується індикаторна трубка.

На верхній платі розташовані отвори для зберігання штоків 2 в неробочому положенні. Продування досліджуваного повітря через індикаторну трубку проводиться після попереднього стиску сільфона штоком. На гранях штока (під головою) позначені обсяги прокачаного при аналізі повітря (50, 100, 200 мл<sup>3</sup> і т. д.).

На циліндричній поверхні штока 2 є чотири поздовжні канавки, кожна з двома заглибленнями, які служать для фіксації обсягу повітря, що продувається, і тривалості ходу штока до замикання. Відстань між заглибленнями на канавках підібрано таким чином, щоб при ході штока від одного поглиблення до іншого сільфон забирав необхідну для аналізу даного газу кількість досліджуваного повітря.

Під час проведення аналізу обсяг повітря, що продувається, вибирається згідно з інструкцією, що додається до комплекту індикаторних трубочок для

кожної шкідливої речовини, що визначається. Далі (рис. 1.2) наведено інструкцію для вимірювання концентрації аміаку в повітрі робочої зони. Також в інструкції наведено шкалу для визначення концентрації.

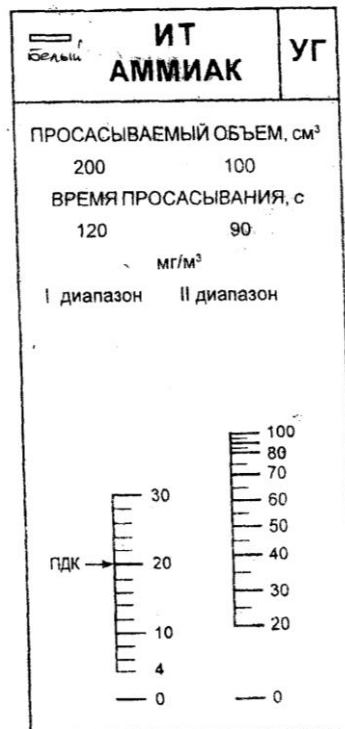


Рисунок 1.2 – Інструкція для вимірювання концентрації аміаку в повітрі

Вибирається шток з відповідним обсягом (обсяг вказаний під головкою штока). Перед початком роботи необхідно перевірити повітрязбірний пристрій на герметичність. Для цього стиснути сільфон штоком на обсязі 400 мл до фіксації в нижньому положенні, перегнути гумову трубку, затиснути її затискачами, відвести стопор. При цьому шток після початкового ривка не повинен рухатися.

Індикаторна трубка являє собою скляну трубку завдовжки 90 – 92 мм, внутрішнім діаметром 2,6 мм. Вона готова для використання.

Технічна характеристика газоаналізатора УГ – 2:

1 Діапазони вимірів концентрацій, мг/м³:

- |                       |           |
|-----------------------|-----------|
| а) Сірчистий ангідрид | 0 – 120,  |
| б) Ацетилен           | 0 – 1400, |
| в) Окис вуглецю       | 0 – 120,  |
| г) Сірководень        | 0 – 200,  |
| д) Хлор               | 0 – 15,   |
| є) Аміак              | 0 – 100,  |
| ж) Окисли азоту       | 0 – 50,   |
| з) Етиловий ефір      | 0 – 3000, |
| і) Бензин             | 0 – 1000, |
| к) Бензол             | 0 – 200,  |
| л) Толуол             | 0 – 500,  |
| м) Ксилол             | 0 – 500,  |

н) Ацетон 0 – 2000,

о) Вуглеводні нафти 0 – 1000.

2 Похибка показань газоаналізатора не більше  $\pm 10\%$  від верхньої межі кожної шкали обумовленого газу (пари).

3 Маса повітрязбірного пристрою не більше 1,5 кг.

4 Маса однієї коробки спеціального комплекту не більше 1,13 кг.

5 Габаритні розміри повітрязбірного пристрою  $109 \times 103 \times 200$  мм.

6 Габаритні розміри коробки спеціального комплекту  $193 \times 156 \times 86$  мм.

### Методика відбору проби

1 Вибрати відповідний шток. Для аміаку об'єм повітря може бути 100, 200 см<sup>3</sup>.

2 Вставити шток у втулку газоаналізатора, відвести стопор і натискати до тих пір, поки стопор зафіксує шток.

3 Підготовлену для аналізу індикаторну трубку з'єднати кінцем з гумовою трубкою сільфона, а інший кінець направити в камеру з сумішшю газу і повітря.

4 Відвести стопор, утримуючи голівку штока долонею, і, як тільки шток почне рухатися, стопор відпустити. З цього моменту загазоване повітря буде прокачуватися через індикаторну трубку. Колір порошку зміниться. Після припинення руху штока витримати паузу. Звільнити індикаторну трубку від гумового шланга.

5 По довжині стовпчика пофарбованого в трубці порошку, за відповідною шкалою (Рис. 1.2) визначити концентрацію досліджуваних парів або газів в камері. Шкала таблиці градуйована в мг/м<sup>3</sup>.

6 Знайти за ГОСТ 12.1.005-88 значення ГДК р.з. газу аміаку і порівняти з отриманою концентрацією шкідливої речовини в повітрі робочої зони.

7 Зробити висновки, чи перевищує отримана концентрація шкідливої речовини гранично допустиму концентрацію (ГДК) р.з. Для цього потрібно порівняти ГДК р.з. з фактичним (вимірним) значенням концентрації. В колонку 4 таблиці 1.1 записати висновок.

Таблиця 1.1 – Результат дослідів

Назва речовини	ГДК р.з.	Фактичне (вимірне) значення концентрації, мг/дм <sup>3</sup>	Висновок
1	2	3	4
Аміак	20	Фактичне значення	

### Контрольні питання

1 Принцип роботи універсального газоаналізатора УГ – 2.



2 Які шкідливі речовини в повітрі можна вимірювати універсального газоаналізатора УГ – 2?

3 Згідно з якимим нормативними документами визначається ГДК шкідливих речовин у повітрі?

**Література:** [1]; [3]; [5]; [10]; [13].

## **Лабораторна робота №2**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ВИКИДУ ГАЗОПОДІБНИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ ВІД ОЧИСНИХ СПОРУД**

**Мета роботи:** засвоїти методику визначення викиду газоподібних речовин в атмосферне повітря від очисних споруд.

#### **Загальні відомості**

У сучасних містах одним із факторів, що впливають на погіршення стану середовища існування, є забруднення повітряного басейну. До основних джерел забруднення відноситься автотранспорт і великі підприємства енергетики. Однак викиди забруднюючих речовин відбуваються й на підприємствах житлово - комунального господарства (ЖКГ), що займаються очищенням каналізаційних стоків (очисні споруди). Легкі сполуки, які викидаються в навколишнє середовище, включають цілий комплекс різних речовин неорганічного та органічного походження, що являють собою небезпеку для здоров'я людини. [1, 2, 8]

Крім того, у разі підвищення вимог до комфортності проживання в сучасному місті все більша увага приділяється не тільки безпеці повітряного середовища, але й присутності в ньому речовин (одорантів), що формують неприємні запахи навіть при концентраціях, що не уявляють собою загрозу для здоров'я. До таких забруднюючих речовин відносяться сполуки відновленої сірки (сірководень, легкі меркаптани), азотовмісні органічні речовини, ароматичні вуглеводні, органічні кислоти, аміак тощо. Ці речовини занесені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Токсикологічні характеристики газоподібних сполук, що утворюються в процесі водоочистки

Речовина	Токсикологічні характеристики			
	Клас небезпеки	ГДК м.р. , мг/м <sup>3</sup>	ГДК р.з., мг/м <sup>3</sup>	ГДК с.д., мг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5
H <sub>2</sub> S (сірководень)	2	0,008	10	0,008
NH <sub>3</sub> (аміак)	4	0,2	20	0,04
CO (окис вуглецю)	4	5	–	3
CO <sub>2</sub> (двоокис вуглецю)	–	–	–	–
NO <sub>2</sub> (двоокис азоту)	2	0,085	2,0	0,04
CH <sub>4</sub> (метан)	–	50 (ОБУВ)	2	50
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> S (етилмеркаптан)	3	10-4	–	–

## 2.1 Методика визначення концентрації газоподібних викидів в атмосферне повітря від очисних споруд

### 2.1.1 Загальні положення методики розрахунку кількості забруднюючих речовин зі станцій аерації

Тимчасова методика розрахунку кількості забруднюючих речовин, що виділяються від неорганізованих джерел очисних споруд побутових стічних вод призначена для визначення потужності викиду забруднюючих речовин під час проведення інвентаризації викидів ЗР різними типами очисних споруд.

Методика розроблена на основі довідкового видання: Н.Ф.Тищенко «Охорона атмосферного повітря». Розрахунок вмісту шкідливих речовин і їхнього розподілу в повітрі (Москва, "Хімія", 1991), а також згідно з рекомендаціями НДІ охорони атмосферного повітря Мінприроди Росії (див. лист Москомприроди від 11.12.92 № 3 – 9 – 20/3507). Під час розробки Методики використані дані інструментальних вимірів концентрацій ЗР на різних типах споруджень Куріянівської станції аерації (м. Москва).

Оцінка збіжності результатів розрахунку за Методикою проведена шляхом порівняння результатів вимірів концентрацій ЗР і розрахунку значень їхньої потужності виділення відповідно до "Посібника з контролю джерел забруднення атмосфери ОНД – 90 (0 – Пб., 1992)" з результатами розрахунків за Методикою.

Результати, одержувані із застосуванням Методики, можуть використовуватися під час проведення розрахунків полів концентрацій ЗВ відповідно до "Методики розрахунку, концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що утримуються у викидах підприємств ОНД-86 Госкомгідромета (Л.: 1987)". У свою чергу, результати розрахунків полів концентрацій бути використані для цілей моніторингу і контролю забруднення

атмосфери, створюваного викидами станцій аерації побутових стічних вод, розробки проектів нормативів ПДВ, ОВОС, екологічних паспортів, проектування споруджуваних станцій аерації побутових стічних вод, розрахунку плати за викиди. [1, 2, 10, 11]

### *2.1.2 Зміст методики розрахунку токсичних забруднюючих речовин (ЗР)*

Викид ЗР залежить від їхньої концентрації у воді, що очищається. У свою чергу, концентрації ЗР у воді змінюються в міру проходження води через ланцюжок очисних споруджень і характеризуються відносною постійністю в кожному типі споруджень. Тому в основу методики розрахунку викидів закладений викид за типами споруджень:

- 1) приймально-розподільна камера;
- 2) вертикальна пісколовка;
- 3) горизонтальна пісколовка;
- 4) пісколовка, що аерується;
- 5) преаератор;
- 6) первинний відстійник із преаератором;
- 7) первинний відстійник;
- 8) аеротенк;
- 9) вторинний відстійник;
- 1) мулоущільнювач;
- 2) ущільнювач сбродженого осаду;
- 3) резервуар сирого осаду й активного мулу;
- 4) пісковий майданчик;
- 5) майданчик муловий.

Виділення ЗР коректується з урахуванням температури повітря й очищення води, швидкості вітру, барометричного тиску.

Для споруджень з подачею аерованого повітря потужність викиду ( $M_i$ ) складається з двох складових: випару з поверхні ( $M_{ib}$ ) і віднесення з аеруючим повітрям ( $M_{is}$ ). Таким чином, сумарний викид її ЗР від розглянутого спорудження станції аерації складе:

$$M_i = M_{ib} + M_{is}. \quad (1)$$

У разі наявності відкритих каналів, що з'єднують різні очисні спорудження, розрахунок виділення забруднюючих речовин виконується окремо, із застосуванням показників викидів, характерних для споруджень, з яких надходить по даному каналі вода.

Розрахунок виконується для наступних ЗР:

- сірководень;
- аміак;
- вуглецю оксид;
- азоту діоксид;
- метан.

Можливі три варіанти розрахунку викидів ЗР:

I варіант – розрахунок потужності викиду при заданій швидкості вітру;

II варіант – розрахунок потужності викиду ЗР для визначення максимальної приземної концентрації;

III варіант – розрахунок валового викиду.

Для розрахунку виділення ЗР необхідні наступні вихідні дані:

– температура води, що очищається,  $t_{ж}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;

– тип спорудження;

– площа джерела виділення  $F$ ,  $\text{м}^2$ ;

– у разі наявності часткового перекриття поверхні випару – площа відкритої поверхні  $F_0$ ,  $\text{м}^2$ ;

– для споруджень з подачею аерованого повітря – витрата повітря  $Q$ ,  $\text{м}^3/\text{хв}$ ;

– швидкість вітру  $u$ ,  $\text{м/с}$  (для варіанта II і визначається відповідно до додатка 2, для варіанта III використовується середньорічна швидкість вітру).

Викид її ЗР із поверхні спорудження розраховується за формулою:

$$M_{iB} = 5,47 \times 10^{-8} \times (1,312 + u) \times \frac{F \times C_i \times K_2}{m_i^{0,5}} \times (273 + t_{ж}), \text{ мг/с} \quad (2)$$

– де  $C_i$  – концентрація насичених парів ЗР,  $\text{мг/м}^3$  (див. таблицю 2.2);

–  $K_2$  – коефіцієнт перекриття поверхні визначається в залежності від значень загальної площі спорудження  $F$  і площі відкритої поверхні  $F_0$  (див. таблицю 2.3);

–  $m_i$  – молекулярна маса ЗР (див. таблицю 2.4).

Додатковий викид ЗР, що утвориться. Під час роботи споруджень із примусовою аерацією води, що очищається, (пісколовка аерован, преаератор, первинний відстійник із преаератором, аеротенк), із повітрям, що відходить, розраховується за формулою:

$$M_{iS} = \frac{Q \times C_i}{1000}, \text{ мг/с} \quad (3)$$

Для споруджень з подачею аерованого повітря потужність викиду ( $M_i$ ) складається з двох складових: випару з поверхні ( $M_{iB}$ ) і віднесення з аеруючим повітрям ( $M_{iS}$ ). Таким чином, сумарний викид і-її ЗР від розглянутого спорудження станції аерації складе за формулою (4):

$$M_i = M_{iB} + M_{iS}. \quad (4)$$

Розрахунок валового викиду (варіант III) виконується за формулою (5):

$$M_{i\text{вал}} = 3,6 \times 10^{-3} \times M_i \times t, \text{ т/год} \quad (5)$$

де  $t$  час роботи споруди в год/рік.

В таблиці 2.5 наведено варіанти для розрахунку.

Приклад розрахунку концентрації сірководню від первинного (вертикального) відстійника.

Розглянемо відстійник первинний вертикальний ТП 902 – 2 – 360:

- діаметр відстійника – 9 м;
- висота відстійника – 4,2 м;
- середня температура води – 18 °С;
- швидкість руху води – 3 м/с.

Потужність викиду сірководню на досліджуваній споруді можна розрахувати за формулою (1):

$$M_{iB} = 5,47 \times 10^{-8} \times (1,312 + u) \times \frac{F \times C_i \times K_2}{m_i^{0,5}} \times (273 + t_{ж}), \text{ мг/с.}$$

Поверхня води має форму круга, відстійник має форму циліндра. Формула для розрахунку повної площі круглого циліндра:

$$S(F) = 2\pi rh + 2\pi r^2; S(F) = 2 * 3,14 * 4,5 + 2 * 3,14 * 4,5^2 = 246 \text{ м}^2.$$

Площа відкритої поверхні  $F_0 = F$ , відстійник відкритий.  $K_2 = 1$ .

Концентрація насичених парів сірководню згідно з табличними даними (таблиця 2.2) дорівнює  $C_i = 0,015 \text{ мг/м}^3$ , коефіцієнт перекриття поверхні  $K_2 = 1$ , молекулярна маса сірководню  $m_i = 34,08$ .

Якщо швидкість вітру дорівнює  $u = 3 \text{ м/с}$ , то

$$M_{iB} = 5,47 \times 10^{-8} \times (1,312 + 3) \times \frac{246 \times 0,015 \times 1}{34,08^{0,5}} \times (273 + 18) = 0,000043 \text{ мг/с.}$$

Додатковий викид ЗР в даному прикладі не розраховується, тому що первинний вертикальний відстійник без пре аератора (споруда з примусовою аерацією води). Отже, для даного прикладу  $M_i = M_{iB}$ .

Розрахунок валового викиду (варіант III) виконується за формулою:

$$M_{i\text{вал}} = 3,6 \times 10^{-3} \times M_i \times t, \text{ т/рік}$$

– де  $t$  – час роботи споруди в год/рік;  $t = 8760$ .

$$M_{i\text{вал}} = 3,6 \times 10^{-3} \times 0,000043 \times 8760 = 0,0014 \text{ т/рік}$$

Концентрації насичених парів забруднюючих речовин, які отримані завдяки інструментальним вимірам на різних типах споруджень Курінівської станції аерації (м. Москва),  $\text{мг/м}^3$  занесені до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Концентрації насичених парів забруднюючих речовин, які отримані завдяки інструментальним вимірам на різних типах споруджень Куринівської станції аерації (м. Москва)

№ з/п	Найменування спорудження	сірко-водень	аміак	етил-меркаптан	метил-меркаптан	вуглецю оксид	азоту діоксид	метан
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Приймально-розподільна камера	0,032	0,22	0,000021	0,000037	0,69	0,036	12,5
2	Вертикальна пісколовка	0,026	0,11	0,000017	0,000034	0,65	0,034	1,2
3	Горизонтальна пісколовка	0,023	0,11	0,000015	0,000033	0,64	0,032	1,1
4	Пісколовка аерована	0,014	0,14	0,000013	0,000027	0,65	0,038	1,0
5	Преаератор	0,019	0,1	0,000017	0,000027	0,67	0,035	1,1
6	Первинний відстійник із преаератором	0,012	0,1	0,000015	0,000027	0,62	0,037	1,4
7	Первинний відстійник	0,015	0,12	0,000018	0,000035	0,6	0,036	1,8
8	Аеротенк	0,012	0,11	0,000011	0,000027	0,6	0,038	1,7
9	Вторинний відстійник	0,011	0,1	0,000011	0,000027	0,61	0,035	1,5
9	Вторинний відстійник	0,011	0,1	0,000011	0,000027	0,61	0,035	1,5
10	Мулоущільнювач	0,014	0,15	0,000015	0,000031	0,68	0,035	3,3
11	Ущільнювач зброженого осаду	0,025	0,17	0,000016	0,000034	0,68	0,032	21,3
12	Резервуар сирого осаду та мулу	0,022	0,18	0,000014	0,000029	0,66	0,033	20,4
13	Піщаний майданчик	0,008	0,08	0,000013	0,000027	0,67	0,031	1,1
14	Муловий майданчик	0,010	0,1	0,000013	0,000027	0,6	0,038	1,5

У таблицю 2.3 занесено коефіцієнт перекриття поверхні  $K_2$ :

Таблиця 2.3 – Коефіцієнт перекриття поверхні  $K_2$ :

$F_0/F$	0,0001	0,001	0,01	0,1	0,5	0,8	>0,8
$K_2$	0	0,01	0,1	0,2	0,3	0,6	1,0

Таблиця 2.4 – Параметри забруднюючих речовин для розрахунку викидів

Найменування речовини	Хіміч. формула	Молекул. маса $m_i$	Константи Антуана		
			A	B	C
1	2	3	4	5	6
Сірководень	H <sub>2</sub> S	34,08	16,1040	1768,69	- 26,06
Аміак	NH <sub>2</sub>	17,03	16,9481	2132,50	- 32,98

## Продовження табл.2.4

Етиленмеркаптан	$C_2H_2S$	62,13	16,0077	2497,23	- 41,77
Метиленмеркаптан	$CH_4S$	48,11	16,1909	2338,38	- 34,44
Вуглецю оксид	CO	28,01	14,3686	530,22	- 13,15
Азота діоксид	$NO_2$	46,01	20,6324	4141,29	3,65
Азота діоксид	$NO_2$	46,01	20,6324	4141,29	3,65
Метан	$CH_4$	16,03	15,2243	897,84	- 7,16

Таблиця 2.5 – Варіанти для розрахунку

№ варіанта	Вид очисної споруди	Назва забруднюючої речовини (ЗР)	Діаметр м	Глибина, м	Висота, м
1	2	3	4	5	6
Варіант 1	Первинний вертикальний відстійник	аміак	4	-	5,9
Варіант 2	Первинний вертикальний відстійник	метан	6	-	6,9
Варіант 3	Первинний вертикальний відстійник	азоту діоксид	9	-	9,3
Варіант 4	Первинний вертикальний відстійник	вуглецю оксид	6	-	9,3
Варіант 5	Первинний вертикальний відстійник	сірководень	9	-	6,9
Варіант 6	Вторинний радіальний відстійник	аміак	18	3,1	-
Варіант 7	Вторинний радіальний відстійник	метан	24	3,1	-
Варіант 8	Вторинний радіальний відстійник	сірководень	24	3,65	-
Варіант 9	Вторинний радіальний відстійник	аміак	30	3,1	-
Варіант 10	Вторинний радіальний відстійник	метан	30	3,65	-
Варіант 11	Вторинний радіальний відстійник	сірководень	40	3,65	-
Варіант 12	Вторинний радіальний відстійник	аміак	40	3,1	-
Варіант 13	Вторинний радіальний відстійник	метан	40	4,7	-
Варіант 14	Вторинний радіальний відстійник	сірководень	50	4,7	-
Варіант 15	Вторинний радіальний відстійник	аміак	54	5,7	-
Варіант 16	Вторинний радіальний відстійник	метан	54	4,7	-
Варіант 17	Вторинний радіальний відстійник	сірководень	54	6,9	-
Варіант 18	Вторинний радіальний відстійник	метан	60	6,9	-

Продовження табл.2.5

Варіант 19	Вторинний радіальний відстійник	аміак	60	5,7	–
Варіант 20	Вторинний радіальний відстійник	азоту діоксид	60	4,7	–
Варіант 21	Первинний вертикальний відстійник	вуглецю оксид	4	–	5,9
Варіант 22	Первинний вертикальний відстійник	етил – меркаптан	6	–	6,9
Варіант 23	Первинний вертикальний відстійник	азоту діоксид	9	–	9,3
Варіант 24	Первинний вертикальний відстійник	азоту діоксид	6	–	9,3
Варіант 25	Первинний вертикальний відстійник	вуглецю оксид	9	–	6,9
Варіант 26	Вторинний радіальний відстійник	метил – меркаптан	18	3,1	–
Варіант 27	Вторинний радіальний відстійник	етил – меркаптан	24	3,1	–
Варіант 28	Вторинний радіальний відстійник	азоту діоксид	24	3,65	–
Варіант 29	Вторинний радіальний відстійник	вуглецю оксид	30	3,1	–
Варіант 30	Вторинний радіальний відстійник	етил – меркаптан	30	3,65	–

**Контрольні питання**

- 1 Основні джерела забруднення атмосфери.
- 2 Які види очисних споруд ви знаєте?
- 3 Які основні забруднюючі речовини викидаються з очисних споруд?
- 4 Послідовність розрахунку концентрації газоподібних викидів в атмосферне повітря від очисних споруд.

**Література:** [1]; [ 2]; [3]; [ 8] ; [12].



## Лабораторна робота №3

### ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ НІТРАТІВ В ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ

#### 3.1 Загальні відомості

**Мета роботи:** ознайомитись з проблемою впливу нітратів та нітритів на організм людини та вивчити принцип роботи приладів для вимірювання вмісту нітратів у продуктах харчування.

Нітрати (солі азотної кислоти) – один з елементів живлення рослин. До основних чинників, що викликають накопичення нітратів в овочах, належать біологічні особливості і сортові ознаки рослин, рівень родючості ґрунту, температура, вологість ґрунту і повітря, інтенсивність і тривалість освітлення, технологія вирощування овочевих рослин. З овочами і фруктами в організм людини поступають до 70 – 80 % нітратів. Самі по собі вони не представляють небезпеки для здоров'я. Проте частина нітратів (5 – 7 %) при надмірному їх вмісті в овочах, в шлунково – кишковому тракті може перейти в нітрити (солі азотистої кислоти), який завдає шкідливої дії людському організму. Нітрати під дією ферменту відновлюються до нітритів, які взаємодіють з гемоглобіном крові і перетворюють 2 – х валентне залізо в 3 – х валентне. В результаті утворюється речовина метгемоглобін, який вже не здатний переносити кисень. Тому порушується нормальне дихання клітин і тканин організму, внаслідок чого накопичується молочна кислота та холестерин. Нітрати сприяють розвитку патогенної кишкової мікрофлори, яка виділяє в організм людини токсини.

Основними ознаками нітратних отруєнь у людини є посиніння нігтів, губ і видимих слизових оболонок; нудота, блювота, болі в животі; пронос, часто з кров'ю, збільшення печінки, жовтизна білків очей; головні болі, підвищена втомлюваність, сонливість, зниження працездатності, задишка, посилене серцебиття, аж до втрати свідомості. Нітрати знижують вміст вітамінів, стимулюють дію гормонів, а через них впливають на всі види обміну речовин. При тривалому надходженні нітратів в організм людини зменшується кількість йоду, що призводить до збільшення щитовидної залози. Встановлено, що нітрати сильно впливають на виникнення ракових пухлин в шлунково-кишковому тракті у людини. Нітрати здатні викликати різке розширення судин, внаслідок чого знижується кров'яний тиск.

Для дорослої людини допустима норма нітратів складає 5 мг на 1 кг маси тіла людини, тобто до 0,3 г на людину масою 60 кг. Для дитини допустима норма не більш 50 мг. Порівняно легко людина переносить денну дозу нітратів в 15 – 200 мг; 500 мг – це гранично допустима доза. 600 мг – вже токсична доза для дорослої людини. В Україні допустима середньодобова доза нітратів – 312 мг.

Нітрати потрапляють в організм людини через продукти харчування рослинного та тваринного походження, питну воду, а також під час вживання лікарських препаратів. Основна маса нітратів потрапляє в організм людини з консервами і свіжими овочами. Незначна кількість нітратів потрапляє з

хлібобулочними виробами і фруктами. З молочними продуктами потрапляє – 1 % (10 – 100 мг на літр).

Нітрати містяться і в тваринній їжі. Рибна і м'ясна продукція в натуральному вигляді містить небагато нітратів (5 – 25 мг/кг в м'ясі, і 2 – 15 мг/кг в рибі). Але нітрати додають в готову м'ясну продукцію з метою поліпшення її споживацьких властивостей і для тривалішого її зберігання. У сирокоченій ковбасі міститься нітриту до 150 мг/кг, а у вареній ковбасі 50 – 60 мг/кг. Також нітрати потрапляють в організм людини через тютюн.

Одержати абсолютно безнітратний врожай овочів практично неможливо, але можливо максимально понизити в ньому рівень нітрату азоту. Крім того, вживати слід тільки свіжо приготовлені овочеві блюда. У свіжоприготовлених салатах та інших овочевих блюдах, що постояли певний час навіть в холодильнику, нітрати перетворюються в нітриту. Тому не готуйте їжу про запас. Не купуйте готові салати, бо вони можуть бути приготовлені досить давно.

Знижується кількість нітратів при митті та термічній обробці овочів. Так, під час вимочування – на 20-30 %, а у процесі варки на 60-80 %. Зокрема, у капусті – на 58 %, у столовому буряку – на 20 %, у картоплі – на 40%. При цьому слід пам'ятати, що при посиленому митті і бланшируванні (обварюванні кип'ятком) овочів з водою виходять не лише нітрати, але і цінні речовини: вітаміни, мінеральні солі та ін. [4, 10, 11]

Щоб знизити кількість нітратів в старих бульбах картоплі, їх слід залити 1 % розчином солі. У патисонів, кабачків і баклажанів необхідно зрізати верхню частину, яка знаходиться біля плодоніжки. Оскільки нітратів більше в шкірці овочів та фруктів, то їх (особливо огірки і кабачки) бажано очищати від шкіри, а у пряних трав варто викидати їх стебла і використовувати лише листя.

З огірків, буряка, редиски варто зрізати обидва кінці, оскільки тут найвища концентрація нітратів. Зберігати овочі та фрукти краще в холодильнику, оскільки при температурі +2°C неможливе перетворення нітратів в отруйніші речовини – нітриту. Щоб зменшити вміст нітриту в організмі людини треба в достатній кількості використовувати в їжу вітамін С (аскорбінову кислоту) і вітамін Е, оскільки вони знижують шкідливу дію нітратів і нітриту. Аскорбінова кислота, а також вітаміни А і Е, будучи інгібіторами, нейтралізують шкідливу дію нітратів, що потрапили в організм.

З'ясовано, що під час консервації зменшується на 20-25 % вміст нітратів в овочах, особливо під час консервації огірків та капусти. Оскільки нітрати переходять в розсіл і маринад, які варто виливати під час вживання консервованих овочів в їжу. Салати слід готувати безпосередньо перед їх вживанням і відразу з'їдати, не залишаючи на потім.

Проблема контролю надмірного вмісту нітратів в продуктах харчування хвилює багатьох із нас. Існують різноманітні прилади, за допомогою яких можна визначити у відсотках вміст нітратів в овочах і фруктах. Більшість з них коштують досить дорого, мають складну будову і використовуються лише в спеціалізованих лабораторіях. Зокрема до них відносять нітратоміри, що побудовані на базі іонометрів. Але для побутових потреб сконструйовані більш прості прилади для контролю рівня нітратів. Це, насамперед, індикатори

нітратів (рис. 3.1) або нітрат – тестери (рис. 3.2). Вони не визначають точний вміст нітратів, а, здебільшого, порівнюють їх вміст з еталонними показниками.



Рисунок 3.1 – Індикатори нітратів



Рисунок 3.2 – Нітрат-тестери

Такі прилади можна придбати в спеціалізованих магазинах або сконструювати самостійно. Принцип дії таких приладів ґрунтується на вимірювання електропровідності субстанції овочів або фруктів при зануренні в неї двох електродів. Питома електропровідність залежить від виду овочів, їх зрілості, сорту. Кожен вид овочів має свою електропровідність. Сорт та зрілість мало впливають на неї.

А от надмірна кількість нітратів значно її збільшує, що й виявляє прилад. Якщо зберігати геометричні та фізичні параметри вимірювань (що враховано в конструкції нітрат - тестерів) незмінними, то результати вимірювань будуть пропорційними питомій електропровідності. [10, 17]

Під час використання нітрат - тестерів або індикаторів нітратів необхідно дотримуватись найпростіших порад. Перш за все треба зрозуміти, як пов'язати показання приладу з кількістю нітратів. Обґрунтованими можуть бути лише оцінки «менше» та «більше».

Не завжди нітрати розміщені в овочі рівномірно, і якщо перше вимірювання показало малу кількість нітратів, обов'язково проткніть овоч ще два-три рази в різних місцях. Якщо хоч в одному випадку прилад покаже велику кількість нітратів, то цьому показанню і потрібно вірити. Якщо поміряти «хороші» помідори через тиждень. То прилад покаже значно більше нітратів, ніж показував на початку. Прилад показує велику електропровідність не лише при великій кількості нітратів, а й при зіпсованому овочі ще тоді, коли зовнішні ознаки зіпсованості відсутні. Це не є вадодою приладу. Напівзіпсовані овочі Ви, мабуть, також не захоче вживати, як і «нітратні».

### 3.2 Технологія і техніка виконання експериментів

Ознайомитись з основними поняттями, які пов'язані з проблемою впливу нітратів та нітритів на організм людини та вивчити способи оцінки вмісту нітратів в продуктах харчування.

Ознайомитись з принципом роботи приладів для вимірювання вмісту нітратів у продуктах харчування.

Використовуючи нітрат-тестер визначити рівень нітратів у запропонованих продуктах харчування. Для цього за допомогою штепсельної вилки увімкнути прилад в електричну мережу. Включити перемикач, що знаходиться на передній панелі приладу. Щуп з голчастими електродами повністю занурити в тіло овочу (фрукту).

Занести одержані результати до протоколу дослідів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Протокол дослідів

№ з/п	Назва овочів або фруктів	Прийнятний вміст нітратів (в умовних одиницях)
1	2	3
1	Картопля	18
2	Яблуко	14
3	Груша	13
4	Банан	18
5	Апельсин	18
6	Мандарин	17
7	Огірок	19
8	Помідор	17,5
9	Буряк	17,5
10	Капуста	13
11	Ківі	16
12	Кавун	20
13	Цибуля	18,5
14	Морква	18
15	Перець	16
16	Баклажан	16,5
17	Кабачок	18
18	Гарбуз	16
19	Диня	15,5
20	Слива	12
21	Персик	14,5
22	Абрикос	15
23	Виноград	20
24	Полуниця	18
25	Хурма	17
26	Лимон	15
27	Гранат	16,5

**Висновок:** порівняти фактичні дані з прийнятими нормами.

### Контрольні питання

- 1 Для чого необхідно визначати вміст нітратів в овочах та фруктах?
- 2 Які прийнятні значення вмісту нітратів в різних видах овочів та фруктів?
- 3 Опишіть процес визначення вмісту нітратів в продуктах харчування.

- 4 Що таке нітрат-тестер? Яка його будова, для чого його використовують? Як підготувати нітрат – тестер до роботи?
- 5 Перерахуйте основні причини потрапляння нітратів в організм людини.
- 6 Які основні заходи запобігання потрапляння нітратів та нітритів в організм людини?
- 7 Чим відрізняється нітрати від нітритів?
- 8 Скільки разів рекомендується проводити вимірювання, щоб підвищити точність одержаних результатів?
- 9 Чому необхідно завжди проводити вимірювання величин декілька разів і ніколи не робити висновки з першого вимірювання?
- 10 Що означає здійснювати моніторинг нітратної небезпеки?
- 11 Які існують джерела потрапляння нітратів в організм людини?
- 12 Наведіть приклади овочів та фруктів, в яких часто спостерігається підвищений вміст нітратів.
- 13 Порекомендуйте спосіб, за допомогою якого можна знизити рівень нітратів у продуктах харчування.
- 14 Поясніть з погляду науки природу нітратів та нітритів.
- 15 Яких правил необхідно дотримуватись під час підготовки овочів та фруктів до споживання, щоб знизити в них вміст нітратів?

**Література:** [4]; [10]; [12]; [ 17].

#### **Лабораторна робота №4**

### **ВИЗНАЧЕННЯ НІТРИТІВ У ПРИРОДНИХ І СТИЧНИХ ВОДАХ**

**Мета роботи:** визначити концентрацію  $\text{NO}_2$  у пробах природних і стічних вод.

#### **4.1 Загальні відомості**

На сьогодні 75% Землі вкрито водою. Забруднення води, особливо викликане стічними водами, впливає на людей негативно. Забруднена вода є найбільшим джерелом захворювань. Вона стає розсадником збудників хвороб, які викликають холеру, черевний тиф, інфекції, малярії, діареї та інші заразні хвороби. Якщо забруднена вода змішується з водопровідною, вона може завдати непоправної шкоди організму людини. Це може пошкодити нирки, серце, шкіру, очі, волосся в значній мірі. А також стати причиною раку, безпліддя, вродженими дефектами. Токсичний вміст у водоймах шкодить водній флорі і фауні. Це може серйозно вплинути на постачання риби, тим самим створюючи тиск на сільськогосподарські культури та постачання м'яса. Скидання гною, рослинні пілінги, харчові відходи і випускання сечовини у воду є основними причинами для розростання водоростей у воді. Великі кількості стічних вод родовища в прісних водоймах, які більше водоростей покриває. Вони знижують рівень кисню у воді шкоди живому організму у воді. [6, 7, 8, 17]

Вміст нітритів визначаються фотометричним методом з реактивом Грісса (ПНД Ф 14.1:23-95). Визначення ґрунтується на здатності нітритів діазотуватися в сульфанілову кислоту і на освіту червоно – фіолетового барвника діазо з'єднання з  $\alpha$  – нафтаміном. Інтенсивність забарвлення пропорційна концентрації нітритів. Перебіг реакції в значній мірі залежить від рН-середовища. Нітрити є нестійкими сполуками, тому їх необхідно визначити одразу після відбору проб води. Якщо це неможливо, пробу консервують додаванням 1 мл концентрованої сірчаної кислоти або 2 - 4 мл хлороформу на 1 л відібраної проби. Можна також охолоджувати пробу води до 3 - 4°C.

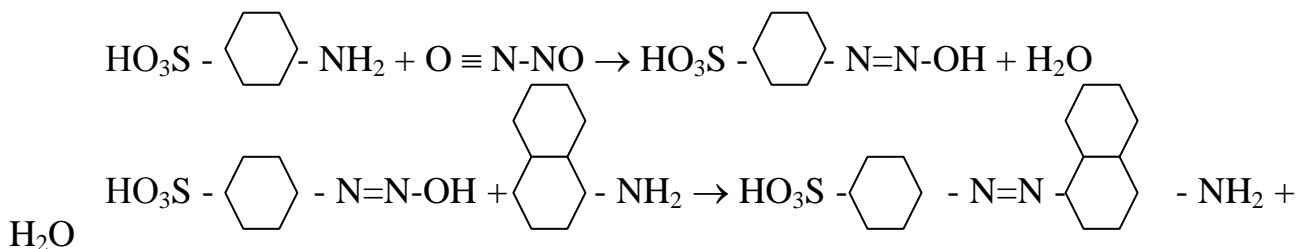
Результати аналізу виражають у мг/л або ммольх екв/л нітрит - іонів.

Існують різноманітні прилади за допомогою яких можна визначити у відсотках вміст нітритів в стічних водах. На рис.4.1 показаний фотоелектроколориметр.



Рисунок 4.1 – Фотоелектроколориметр

Метод заснований на здатності азоту нітритів у кислому середовищі утворювати з ароматичними амінами діазосполуки. Сульфанілова кислота діазотується азотистою кислотою, а діазсполучення, що утворилося, з  $\alpha$ -нафтаміном утворить азобарвник малинового кольору.



## Прилади, посудини, реактиви

Фотоелектроколориметр (рис.3) із зеленим світлофільтром; реактив Грісса; сульфанілова кислота: розчинити 8г сульфанілової кислоти ( $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{SO}_3\text{H}$ ) у  $1 \text{ дм}^3$  5 н оцтової кислоти (густина  $1,014 \text{ г/см}^3$ ), розведеної до  $1 \text{ дм}^3$  дистильованою водою;  $\alpha$ -нафтиламін: розчинити 0,5 г  $\alpha$ -нафтиламіна ( $\text{NH}_4\text{C}_{10}\text{H}_7$ ) у  $20 \text{ см}^3$  дистильованої води (краще прокип'ятити), профільтрувати через паперовий фільтр у колбу об'ємом  $100 \text{ см}^3$  і довести до мітки 5 н оцтовою кислотою.

Калібрована крива. Для побудови каліброваної кривої взяти 1, 2, 3,..., 10  $\text{см}^3$  робочого розчину, що відповідає 0,0005; 0,0010; 0,0015;...;0,0050 мг азоту нітритів, далі зробити так само, як у ході визначення проби, довести об'єми дистильованою водою до  $100 \text{ см}^3$ . Вимірити оптичну густина на фотоелектроколориметрі та будують графік залежності оптичної густини від концентрації розчину.

### 4.2 Технологія і техніка виконання експериментів

1 Визначення здійснюють у воді, профільтрованої через паперовий фільтр. Перші порції фільтрату відкидають.

2 У мірну колбу на  $100 \text{ см}^3$  поміщають кілька мілілітрів профільтрованої досліджуваної стічної води, доливають дистильованою водою до мітки, додають  $2 \text{ см}^3$  розчину сульфанілової кислоти і  $2 \text{ см}^3$  розчину  $\alpha$ -нафтиламіна (реактив Грісса).

3 Ретельно перемішують, потім колбу ставлять на 40 хв у термостат при температурі  $20^\circ\text{C}$  (відхилення від часу і зазначеної температури впливає на точність визначення). Потім роблять вимір на ФЕКу.

### Обробка результатів

Кількість азоту нітритів  $X$ ,  $\text{мг/дм}^3$ :

$$X = \frac{C \cdot 100}{V},$$

де  $C$  – концентрація азоту нітритів, визначена по каліброваній кривій,  $\text{мг/дм}^3$ ;

$V$  – об'єм досліджуваної води, узятої на визначення,  $\text{см}^3$ .

Результати визначень округляють до сотих часток міліграма на літр. Одержані результати записують у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Результат дослідів

Назва забруднюючої речовини	ГДК, мг/дм <sup>3</sup>	Фактичне значення
1	2	3
Нітрити		

**Висновок:** порівняти фактичні дані з прийнятими нормами.

### Контрольні питання

- 1 Якого кольору продукт кількісного визначення  $\text{NO}_2$  –?
- 2 З використанням якого світлофільтра вимірюють його оптичну густину?
- 3 Як відбувається очищення природних водойм від  $\text{NO}_2$  –?
- 4 У яких реакціях бере участь  $\text{NO}_2$  – при нітрифікації та денітрифікації?

**Література:** [6]; [7]; [8]; [10]; [12]; [17].

### Лабораторна робота №5

#### ВИЗНАЧЕННЯ НІТРАТІВ У ПРИРОДНИХ І СТІЧНИХ ВОДАХ

**Мета роботи:** визначити концентрацію  $\text{NO}_3$  в пробах природних і стічних вод.

#### Загальні відомості

Визначення засноване на реакції нітратів із саліцилатом натрію з утворенням нітросаліцилових кислот, солі яких у лужному середовищі мають жовте забарвлення.

Основні джерела нітратів в непорушених землях і агроландшафтах — органічна речовина ґрунту, мінералізація якої забезпечує постійне утворення нітратів. Швидкість мінералізації органічної речовини залежить від його складу, сукупності екологічних чинників, ступеня і характеру землекористування. Тому динаміка нітратів в земних екосистемах певним чином пов'язана з малим біологічним кругообігом азоту.

Антропогенні джерела нітратів поділяються на аграрні (мінеральні) і органічні добрива - тваринництво інтенсивно сприяє утворенню і накопиченню нітратів в ґрунті, які можуть втрачатися при тривалому випаданні опадів або короткочасних, але рясних зливах.

Втрати нітратів з ґрунту зростають у разі насичення сівозмін просапними культурами, агротехніка яких вимагає великого числа міжрядних обробок.

Як непрямий чинник, який збільшує вірогідність винесення нітратів з дренажним стоком з ґрунту, можна розглядати вапнування ґрунту, яке стимулює мінералізаційні процеси.



Концентрація нітратів у водоймищах зростає пізніше час меліорації перезволожених земель і в перші роки їх сільськогосподарського використання. Найбільш високий рівень нітратів виявляється в магістральних водостоках, що приймають дренажні води. [1, 2, 7, 8]

Тривале сільськогосподарське використання осушених земель призводить до деякого підвищення вмісту нітратів і в ґрунтових водах. Інтенсивному утворенню і накопиченню нітратів в ґрунті, які можуть втрачатися під час тривалого випадання опадів або короткочасних, але рясних злив.

### **Прилади, посудини, реактиви**

Фотоелектроколориметр (рис. 3) з фіолетовим світлофільтром; саліцилат натрію, 1%-ний водний розчин; концентрована сірчана кислота, розчин їдкого натру із сегнетовою сіллю (розчиняють 400 г їдкого натру та 60 г сегнетової солі в дистильованій воді та після охолодження доводять до 1 дм<sup>3</sup>); робочий розчин; випарювальні чашки; піпетки; мірні колби на 50 см<sup>3</sup>; водяна лазня.

Калібрована крива. У колби поміщають 0; 2,5; 5; 10; 15 см<sup>3</sup> робочого розчину, доводять до 50 см<sup>3</sup> дистильованою водою. Вимірюють оптичну густину, віднімають значення, отримані в холостому експерименті з дистильованою водою, і будують графік залежності оптичної густини від концентрації розчину.

### **Порядок виконання роботи**

1 До 10 см<sup>3</sup> проби додають 1 см<sup>3</sup> розчину саліцилату натрію і випарюють у порцеляновій чашці досуха на водяній бані.

2 До сухого залишку додають 2 см<sup>3</sup> концентрованої сірчаної кислоти так, щоб він весь був змочений, і залишають стояти протягом 2 – 3 хв на водяній бані.

3 Після охолодження додають небагато дистильованої води і 15 см<sup>3</sup> розчину їдкого натру із сегнетовою сіллю, розчин перемішують, переливають у мірну колбу місткістю 50 см<sup>3</sup> і доливають дистильованою водою до мітки. Виникаюче забарвлення стійке протягом декількох годин.

4 Вимірюють оптичну густину, уводять виправлення на холостий експеримент і по каліброваній кривій знаходять вміст азоту нітратів.

### **Обробка результатів**

Кількість азоту нітратів  $X$ , мг/дм<sup>3</sup>, обчислюють за формулою

$$X = \frac{C \cdot 50}{V},$$

де  $C$  – концентрація азоту нітратів, визначена по каліброваній кривій, мг/дм<sup>3</sup>;

$V$  – обсяг досліджуваної води, узятій на визначення, см<sup>3</sup>.

Результати визначень округляють у діапазоні 0,10 – 1,00 до сотих часток міліграма в дм<sup>3</sup>, у діапазоні 1,0-10,0 до десятих часток міліграма в дм<sup>3</sup>. Отримані результати записують у таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Результат дослідів

Назва забруднюючої речовини	ГДК, мг/дм <sup>3</sup>	Фактичне значення
1	2	3
Нітрати		

**Висновок:** порівняти фактичні дані з прийнятими нормами.

### Контрольні питання

- 1 Якого кольору продукт кількісного визначення нітратів і з використанням якого світлофільтра вимірюють його оптичну густину?
- 2 Як відбувається утворення нітратів при самоочищенні водойм від  $\text{NH}_4^+$ ?
- 3 Як відбувається біологічне очищення стічних вод від нітратів?

**Література:** [1]; [2]; [7]; [8]; [10]; [12]; [17].

### Лабораторна робота №6

#### ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СВИНЦЮ В БУДМАТЕРІАЛАХ

**Мета роботи:** визначити концентрацію свинцю в змиві зі стін.

Свинець – токсичний матеріал, широко застосовуваний у промисловості. Інтенсивне техногенне надходження свинцю в середовище проживання призвело до збільшення його вмісту в ній на 4 - му порядку. До числа найбільш важливих техногенних джерел свинцю відносяться викиди продуктів, що утворюються при високотемпературних технологічних процесах, вихлопні гази двигунів внутрішнього згорання, стічні води, видобуток і переробка металу. Так свинець виділяється в повітря робочого приміщення у процесах пайки, поширених в будь-якому зварювально - монтажному виробництві, при якому використовуються сплави ПОС - 40, ПОС - 61 (припій олов'яно - свинцевий з вмістом свинцю 40 - 61 %). Під час конденсації пари свинцю сорбуються на стінах приміщення і на обладнанні.

Свинець здатний накопичуватися в організмі людини, викликаючи порушення роботи серцево - судинної системи, нервової, ендокринної, шлунково - кишкової та інших систем. [17]

Метод визначення заснований на вимірюванні ступеня помутніння розчину, що утворюється під час взаємодії іона свинцю з хроматів калію. Чутливість визначення 5 мкг свинцю в аналізованому обсязі розчину. Гранічно допустима концентрація свинцю в змивах не встановлена.

### Обладнання, реактиви , матеріали

1 – шаблон для відбору проб; 2 – флакончики ємністю 15 мл з гумовими кришками, 3 – колби мірні, 4– піпетки з поділками 1 , 5 , 10 мл; 5 –циліндри ємністю 10 , 50 , 100, 500 мл; 6 – пробірки колориметричні; 7 – свинець азотнокислотний, х.ч.; 8 – оцтова кислота, х.ч.; 9 – стандартний розчин № 1 з вмістом свинцю 1 мг / мл готують розчиненням 0,1598 г нітрату свинцю в 100 мл дистильованої води. Розчин стійкий протягом року. Стандартний розчин № 2, що містить 100 мкг/мл свинцю, готують розведенням стандартного розчину № 1 в 10 разів 2% – ю оцтовою кислотою; 10 – калій хромовокислотний, ч.д.а.

Матеріал: змив зі стін і обладнання.

### Порядок виконання роботи

Ватним тампоном , змоченим 2% – м розчином оцтової кислоти, по прикладеному шаблону роблять змив з поверхні площею 100 см<sup>2</sup>. Тампон поміщають у флакончик , заливають 10 мл 2% – ї оцтової кислоти , закривають гумовою кришкою і добре струшують. Залишають візстоюватись на 3 – 4 год. Для аналізу береться весь розчин або його частина.

Пробу фільтрують через паперовий фільтр. До фільтра та в кількості 5 мл доливають 0,1 мл 5 % – ного розчину хромату калію , перемішують .

Через 15 – 20 хв візуально перевіряється ступінь помутніння проби за шкалою, поданою в таблиці (на чорному фоні) .

Таблиця 6.1 – Шкала стандартів

№ стандарту	Стандартний розчин №2	2%-й розчин оцтової кислоти, мл	Вміст свинцю,мкг
1	0,05	4,95	5
2	0,1	4,9	10
3	0,15	4,85	15
4	0,2	4,8	20
5	0,4	4,6	40
6	0,6	4,4	60
7	0,8	4,2	80
8	1,0	4,0	100

Концентрація свинцю в мг/дм<sup>2</sup> обчислюється за формулою

$$X = \frac{C \cdot 50}{V},$$

де  $X$  – вміст свинцю в змиві, мг/дм<sup>2</sup>;

$a$  – кількість свинцю, знайдена в аналізованому обсязі проби, мкг;

$V$  – обсяг рідини у всій пробі, мл;

$C$  – об'єм рідини, взятої для аналізу, мл;

1000 – коефіцієнт для перекладу мкг в мг.

**Висновок:** обчислити за формулою концентрацію свинцю та проаналізувати одержані результати.

### Контрольні питання

- 1 Вплив свинцю на організм людини.
- 2 У яких будівельних матеріалах може накопичуватись свинець?
- 3 Які одиниці використовуються для вимірювання концентрації свинцю?

**Література:** [17].

### Лабораторна робота №7

## ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ АЗОТУ АМОНІЙНОГО В ПРИРОДНИХ І СТІЧНИХ ВОДАХ

**Мета роботи:** визначити концентрацію азоту амонійного ( $N - NH_4$ ) у пробах природних і стічних вод.

### Прилади, посудини, реактиви

Фотоелектроколориметр із синім світлофільтром; реактив Неслера: 7,5 г йодистого калію ( $KI$ ) розтирають у ступці з 3 см<sup>3</sup> дистильованої води, додають 10,5 г двойодисту ртуть і знову розтирають до розчинення, додають 300 см<sup>3</sup> 15% – го розчину їдкоого калію, перемішують і дають відстоятися протягом доби; сегнетова сіль: 250 г сегнетової солі ( $KNa_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ ) розтирають у ступці, розчиняють під час нагрівання у воді і доводять до 1 дм<sup>3</sup>, потім додають 25 см<sup>3</sup> реактиву Неслера і дають відстоятися протягом доби. [17]

Калібрована крива. Для побудови каліброваної кривої взяти 1; 2; 3;... 20 см<sup>3</sup> робочого розчину, що відповідає від 0,01 до 0,2 мг амонійного азоту, далі зробити так само, як у ході визначення проби, довести об'єми дистильованою водою до 50 см<sup>3</sup>. Вимірити оптичну густину на фотоелектроколориметрі та побудувати графік залежності оптичної густини від концентрації розчину.

## Основні поняття

В основі визначення лежить взаємодія іона амонію з реактивом Неслера, у результаті чого утвориться йодистий меркурамоній жовтого кольору.

## Порядок виконання роботи

1 Якщо досліджувана рідина містить сірководень, то застосовують ацетат свинцю чи сульфат цинку, додаючи його перед додаванням луку. Часто сульфат цинку дає краще прояснювання, ніж ацетат свинцю.

2 Після відстоювання осад фільтрують через паперовий фільтр (при вмісті аміаку менш 3 мг/дм<sup>3</sup> фільтрування не рекомендується) і відразу ж приступають до визначення, тому що при стоянні фільтрату спотворюються результати аналізу.

3 Невеликий обсяг (5 см<sup>3</sup>) фільтрату в залежності від очікуваної концентрації поміщають у колбу на 50 см<sup>3</sup>, доводять об'єм до мітки бідистилятом чи безаміачною водою. Додають 1 см<sup>3</sup> розчину сегнетової солі і 1 см<sup>3</sup> реактиву Неслера, після ретельного перемішування через 10 хв роблять вимір на ФЕКу. Отриманий розчин повинний бути зовсім прозорим. При мутних пробах операцію треба повторити, узявши трохи більше сегнетової солі і вливаючи реактив Неслера краплями при постійному перемішуванні.

## Обробка результатів

Концентрація амонійного азоту X, мг/дм<sup>3</sup>:

$$X = \frac{C \cdot 50}{V},$$

де C – концентрація амонійного азоту, визначена за каліброваною кривою, мг/дм<sup>3</sup>;

V – обсяг проби, узятої для визначення, см<sup>3</sup>.

Результати округляють до десятих часток міліграма в області до 10 мг/дм<sup>3</sup> і до міліграма в області до 100 мг/дм<sup>3</sup>.

## Контрольні питання

1 Як вплине забруднення природних водойм господарсько-побутовими стоками на вміст амонійного азоту?

2 Якого кольору продукт кількісного визначення NH<sub>4</sub><sup>+</sup> і з використанням якого світлофільтра вимірюють його оптичну густину?

3 Як відбувається самоочищення природних водойм від NH<sub>4</sub><sup>+</sup>?

**Література:** [1]; [17].

**Лабораторна робота №8**  
**ВИЗНАЧЕННЯ pH МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОМЕТРІЇ**  
**(ПОТЕНЦІОМЕТРОМ)**

**Мета роботи:** експериментально визначити значення pH аналізованої води методом електрометрії (потенціометром).

**Основні поняття**

Під активною реакцією (pH) слід розуміти на увазі кислотні і лужні властивості водного середовища, обумовлені концентрацією у воді іонів водню (H<sup>+</sup>) і гідроксилу (OH<sup>-</sup>). Умовна величина pH рівна негативному десятковому логарифму концентрації водневих іонів. Для води з нейтральною реакцією  $pH = \lg 10^{-7} = -7$ . Якщо вода має кислу реакцію, то pH менше 7; при лужній реакції pH більше 7. Визначення електрометрії pH скляним електродом засноване на тому, що зміна значення pH на одиницю в певній області концентрацій водневих іонів викликає зміну потенціалу електрода на 58,1 мВ при температурі 20<sup>0</sup>С. Результат визначення залежить від температури, оптимальна температура 20<sup>0</sup>С. [1, 2, 17]

Вимірюванню електрометрії pH не заважають забарвлення, каламутність, суспензія, вільний хлор, присутність окислюючих або поновлюючих речовин або підвищений вміст солей в пробі. Точність визначення електрометрії знижується у разі користування забрудненими електродами. Для дослідження сильно забруднених проб слід мати окремий електрод, який використовують тільки для цієї мети. Якщо необхідно знежирити електрод, то користуються шматком тонкої матерії, змоченої ефіром або розчином синтетичного миючого засобу. Потім кілька разів промивають електрод дистильованою водою, витираючи його кожного разу для видалення знежирюючої речовини. У разі необхідності електрод регенерують зануренням на 2 год в 2% – й водний розчин соляної кислоти з подальшим ретельним промиванням дистильованою водою. У неробочий час електрод слід зберігати в дистильованій воді.

**Прилади, посудини, реактиви**

Лабораторний потенціометр pH-метр; буферні розчини pH 1,68; pH 4; pH 6,98; pH 9,22, приготовлені з фіксаналів; стаканчики для pH-метрії; фільтрувальний папір.

**Порядок виконання роботи**

1 Перед початком вимірювання електрод промивають дистильованою водою, потім досліджуваною водою і лише потім занурюють в аналізовану пробу, яку заздалегідь ретельно перемішують, щоб її склад безпосередньо у поверхні електрода відповідав загальному її складу.

2 Температуру проби перед визначенням не встановлюють.

3 Потенціал скляного електрода відраховується в pH.

4 Отримані результати округляють до 0,05 – 0,1 рН залежно від типу вживаного приладу, вказавши під час запису, що вимірювання проводилися методом електрометрії.

5 Після закінчення кожного вимірювання електроди ретельно промивають дистильованою водою, до тих пір, поки свідчення на приладі не матимуть початкове значення, тобто значення до початку вимірювань.

### **Контрольні питання**

1 Що таке рН?

2 Що заважає визначенню рН води методом електрометрії та за допомогою індикаторів.

3 Вимірювання рН води.

4 Особливості роботи зі скляними електродами.

**Література:** [1]; [2] ; [17].

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

- 1 ДСТУ ISO 5667 – 10 – 2005 «Настанови щодо відбирання проб стічних вод»
- 2 ДСТУ ISO 5667 – 3 – 2001 «Настанови щодо зберігання та поводження з пробами»
- 3 ПНД Ф 14.1;2.4 – 95 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нитрит-ионов в природных и сточных водах .
- 4 ДНАОП 0.03 – 3.01 – 71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий
- 5 ГОСТ 12.1.016 – 79 (2001) ССБТ. Воздух рабочей зоны. Требования и методика измерения концентрации вредных веществ. – М.: Изд – во стандартов, 1984. – 367 с.
- 6 Вода питна. Гігієнічні вимоги і контроль якості води: ГОСТ 2874 – 82. – (Чинний від 19825 – 04 – 03) – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 163с.
- 7 Державні санітарні правила і норми 383-96. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько – питного водопостачання.
- 8 ДСан ПІН 383 – 96 «Влаштування та утримання колодязів і каптажів джерел, що використовується для нецентралізованого господарсько-питного водопостачання» 20.02.1996р.№384 – 96
- 9 ДБН А 3.2 – 2 – 2009 Основи охорони праці в промисловій
- 10 Основи охорони праці: Навчальний посібник для студ.вузів /В.В.Березуцький; Т. С. Бондаренко; Г. Г. Валенко; Л.А.Васьковець; Н.П.Вершиніна; За ред. В.В.Березуцький . – Х. : Факт , 2008. – 480 с.
- 11 Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник для студ. вузів / В.Ц.Жидецький; Кол.авт. Наук.- метод. центр вищої освіти Мін-ва освіти і науки України; Кол.авт. Укр. акад. друкарства . – Львів: Укр. акад. друкарства, 2011. – 436 с
- 12 КЕРБ Л.П. Основи охорони праці: Навч. – метод. посібник для студ.вузів / Л.П.Керб;. Київ. нац. екон. Ун – т 2 – ге вид.,без змін. – К.: КНЕУ, 2009 – 456 с.
- 13 ГОСТ 12.1.005 – 88 ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Введен 01.07.89. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 367 с.
- 14 ДСТУ 3038-98.Гігієна. Терміни та визначення основних понять.
- 15 СНиП 2.04.05-91. Нормы проектирования . М: Стройиздат, 1992. – 86с.
- 16 Временная методика расчета количества загрязняющих веществ, выделяющихся от неорганизованных источников станций аэрации бытовых сточных вод.- М.: Радар, 1994.



17 Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Основи охорони праці: навч. посіб. – К.: Центр навчальної літератури, 2011. – 224 с.



## ЗМІСТ

Загальні положення .....	3
Лабораторна робота №1 .....	3
ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЗОВАНOSTІ ПОВІТРЯ .....	3
Лабораторна робота №2.....	7
ВИЗНАЧЕННЯ ВИКИДУ ГАЗОПОДІБНИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ ВІД ОЧИСНИХ СПОРУД .....	<u>7</u>
Лабораторна робота №3.....	15
ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ НІТРАТІВ В ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ .....	15
Лабораторна робота №4.....	19
ВИЗНАЧЕННЯ НІТРИТІВ У ПРИРОДНИХ І СТІЧНИХ ВОДАХ .....	19
Лабораторна робота №5.....	22
ВИЗНАЧЕННЯ НІТРАТІВ У ПРИРОДНИХ І СТІЧНИХ ВОДАХ .....	22
Лабораторна робота №6.....	24
ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СВИНЦЮ В БУДМАТЕРІАЛАХ .....	24
Лабораторна робота №7.....	26
ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ АЗОТУ АМОНІЙНОГО В ПРИРОДНИХ І СТІЧНИХ ВОДАХ .....	26
Лабораторна робота №8.....	28
ВИЗНАЧЕННЯ PH МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОМЕТРІЇ (ПОТЕНЦІОМЕТРОМ) ....	28
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	30

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів усіх спеціальностей освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр” / Укладачі: В.О. Юрченко, Л.Г. Клевцова, О.В. Нестеренко, Ю.С. Левашова, О.В. Бригада, О.С. Лебедєва, О.М. Масс. – Х.: ХНУБА, 2014. – 28 с.

Рецензент Н.О.Косенко

Кафедра безпеки життєдіяльності та інженерної екології

## Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи охорони праці» для студентів усіх спеціальностей освітньо-кваліфікаційного рівня „бакалавр”

Укладачі: Юрченко Валентина Олександрівна  
Клевцова Лариса Григорівна  
Нестеренко Олена Вікторівна  
Левашова Юлія Станіславівна  
Бригада Олена Володимирівна  
Лебедева Олена Сергіївна  
Масс Олена Миколаївна

Відповідальний за випуск В.О. Юрченко

Редактор Л.І. Христенко

План 2014, поз. 94

Підп. до друку

Надруковано на ризографі.

Тираж 50 прим.

Формат 60×84 1/16.

Обл.-вид. арк. 1,5

Умов. друк. арк. 1,3

Зам. № 2498

Папір друк. №2.

Безкоштовно.

---

ХНУБА, 61002, Харків, вул. Сумська, 40

---

Підготовлено та надруковано РВВ Харківського національного  
університету будівництва та архітектури