**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра хімії**

**Кваліфікаційна робота/проєкт**

**магістра**

на тему: ХІМІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВА «ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «КАРЛСБЕРГ УКРАЇНА»

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1022-з 8.1029

Спеціальності 102 Хімія

освітньої програми Хімія

Свириденко А.П.

Керівник доцент, к.хім.н., Луганська О.В.

Рецензент завідувач кафедри хімії, д.б.н., професор Бражко О.А.А.

Запоріжжя

2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

|  |
| --- |
| Біологічний факультет |
| Кафедра хімії |
| Рівень вищої освіти магістр |
| Спецільність 102 Хімія  Освітня програма Хімія |
|  |

|  |  |
| --- | --- |
| **ЗАТВЕРДЖУЮ** |  |
| Завідувач кафедри хімії,  д. б. н., проф. | |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.А. Бражко | |
| «17» жовтня 2022 року | |

|  |
| --- |
| **ЗАВДАННЯ**  НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТЦІ |

Свириденко Аліни Петрівни

1. Тема роботи: Хімічні та біологічні показники якості стічних вод підприємства

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| керівник роботи | Луганська Ольга Василівна, к. хім. н., доцент | | | | | | | | |
| затверджені наказом ЗНУ від | | « | 27 | » | | вересня | року 2023 | № | 1518-с |
| 1. Строк подання студентом роботи | | | | | грудень 2023 | | | | |

1. Вихідні дані до роботи Літературний огляд за обраним напрямком дослідження; 2. Матеріали з виробничої практики.

|  |  |
| --- | --- |
| 4. Змiст pозpахунково-пояснювальної записки (пеpелiк питань, якi потpiбно | |
| pозpобити): |

1. Вивчити стан питання згідно меті та завдань; 2. Встановити значення pH, БСК5, хлоридів, фосфатів та Ферума у стічній воді підприємства, порівняти зі значеннями ГДК; 3. Дослідити показники природної води після водопідготовки та зробити висновок.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень): 13 таблиць, 10 рисунки.

6. Консультанти розділів роботи

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
| завдання видав | завдання прийняв |
| 4. | Перетятько В.В., к.пед.н., доцент | Жовтень  2022 | Травень  2023 |

7. Дата видачі завдання: 17 жовтня 2022 року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | | | | | Строк виконання етапів роботи | | Примітка | |
| 1 | Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи | | | | | жовтень 2022-листопад2022 | | Виконано | |
| 2 | Вивчення засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи | | | | | грудень2022-жовтень2023 | | Виконано | |
| 3 | Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи | | | | | травень-жовтень2023 | | Виконано | |
| 4 | Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи. | | | | | травень -листопад 2023 | | Виконано | |
| 5 | Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи. | | | | | вересень-листопад 2023 | | Виконано | |
| 6 | Резензування кваліфікаційної роботи | | | | | грудень 2023 | | Виконано | |
| 7 | Захист кваліфікаційної роботи | | | | | грудень 2023 | | Виконано | |
| Студентка | |  |  | |  | | А.П. Свириденко | |
|  | |  |  | |  | |  | |
| Керівник роботи | |  |  | |  | | О.В. Луганська | |
|  | |  |  | |  | |  | |
| **Нормоконтроль пройдено** | | | | | | | | |
| Нормоконтролер | |  |  |  |  | | В.В. Перетятько | |

РЕФЕРАТ

В роботі 80 сторінок, 13 таблиць, 10 рисунків, було використано 76 літературних джерела, 19 з них іноземною мовою.

Об’єкт дослідження – проби стічної води з виробництва ПрАТ «Карлсберг Україна».

Предмет дослідження – показники якості води (рН середовища, біохімічної потреби кисню, хлоридів, фосфатів та Ферума загального) впродовж технологічного процесу промислових стоків виробництва.

Мета роботи – визначення показників якості води, а саме визначення : рН середовища, біохімічної потреби кисню, хлоридів, фосфатів та Ферума загального.

Методи досліджень та апаратура − фізико-хімічний аналіз, титриметричні, комплексонометричні, потенціометричні, кондуктометричні, теоретичний, хімічний, розрахунковий, лабораторні терези, хімічний посуд, бюретка, кондуктометр, потенціометр pH- InoLab Multi 9310, сушильна шафа SPT 200, водяна баня.

В результаті проведених досліджень була зроблена оцінка показників якості води, а саме: рН середовища, біохімічної потреби кисню, хлоридів, фосфатів та Ферума загального впродовж технологічного процесу промислових стоків виробництва. Середні значення показників якості води перебували в межах нормативних значень.

Новизна роботи полягає в тому, що вперше проведено порівняльний аналіз та динаміку впродовж трьох календарних (технологічних) місяців показників якості води ПрАТ «Карлсберг Україна», що є актуальним в умовах регіонів Запорізької області.

ВОДА, ПРОТОЧНА ВОДА, БІОХІМІЧНА ПОТРЕБА КИСНЮ, ВМІСТ СОЛЕЙ, ХЛОРИДИ, ПРОМИСЛОВИХ СТОКІВ, ДСТУ.

ABSTRACT

The work has 80 pages, 13 tables, 10 figures, 76 literary sources were used, 19 of them in a foreign language.

The object of the study is wires produced by PJSC "Carlsberg Ukraine".

The subject of the study is water quality indicators (pH of the medium, biochemical demand for oxygen, chlorides, phosphates and ferrum) in the continuation of the technological process of production of industrial effluents.

The purpose of the work is to determine the indicators of water quality, namely the determination of the pH of the environment, the biochemical demand for oxygen, chlorides, phosphates, and iron.

Research methods and equipment - physical and chemical analysis, titrimetric, complexometric, potentiometric, conductometric, theoretical, chemical, calculation, laboratory balances, chemical dishes, burette, conductometer, potentiometer pH- InoLab Multi 9310, drying cabinet SPT 200, water bath.

As a result of the conducted research, an assessment of water quality indicators was made, namely: the pH of the environment, the biochemical demand for oxygen, chlorides, phosphates and ferrum in the continuation of the technological process of the production of industrial effluents. The average values of water quality indicators were within the normative values.

The novelty of the work is that, for the first time, a comparative analysis and dynamics of water quality indicators of PJSC "Carlsberg Ukraine" was conducted over three calendar (technological) months, which is relevant in the conditions of the regions of the Zaporizhzhia region.

WATER, RUNNING WATER, BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND, CONTENT OF SALTS, CHLORIDES, INDUSTRIAL WASTEWATER, DSTU

ЗМІСТ

[ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 8](#_Toc152498611)

[ВСТУП 9](#_Toc152498612)

[1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ 12](#_Toc152498613)

[1.1 Вода та її властивості 12](#_Toc152498614)

[1.1.1. Основні хімічні властивості води 13](#_Toc152498615)

[1.1.2 Будова молекул і асоціатів природної води 14](#_Toc152498616)

[1.2 Показники якості води 15](#_Toc152498617)

[1.2.1 Вимоги до якості води. Каламутність та кольоровість природної води 16](#_Toc152498618)

[1.2.2 Запах і присмак природної води 18](#_Toc152498619)

[1.2.3 Твердість природної води 19](#_Toc152498620)

[1.2.4 Ферум загальний і Манган в природній воді 21](#_Toc152498621)

[1.2.5 Сульфати і хлориди в природній воді 23](#_Toc152498622)

[1.3 Класифікація природних вод 25](#_Toc152498623)

[1.4 Показники якості стічних вод підприємств 26](#_Toc152498624)

[2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 29](#_Toc152498625)

[2.1 Об’єкт досліджень 29](#_Toc152498626)

[2.1.1 Основні фізико-хімічні властивості виробленої продукції 29](#_Toc152498627)

[2.2 Методи контролю якості води 31](#_Toc152498628)

[2.2.1 Умови отримання представницьких проб. Точки відбору проб 31](#_Toc152498629)

[2.2.2 Методика визначення рН 33](#_Toc152498630)

[2.2.3 Методика визначення біохімічної потреби кисню тривалістю 5 діб 35](#_Toc152498631)

[2.2.4 Колориметричне визначення фосфатів шляхом візуального порівняння кольору вимірювального розчину з колориметричною шкалою з використанням Phosphate Test 1.11138.0001. 38](#_Toc152498632)

[2.2.5 Визначення вмісту хлорид-іонів у воді методом Мора 40](#_Toc152498633)

[2.2.6 Визначення вмісту загального Ферума у воді 43](#_Toc152498634)

[2.3 Статистична обробка даних 45](#_Toc152498635)

[3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА 48](#_Toc152498636)

[3.1 Визначення рН води впродовж технологічного процесу 49](#_Toc152498637)

[3.2 Дослідження біохімічної потреби кисню тривалостю 5 діб 51](#_Toc152498638)

[3.3 Визначення хлоридів впродовж технологічного процесу 54](#_Toc152498639)

[3.4 Визначення загального Ферума та фосфатів впродовж технологічного процесу водопідготовки 56](#_Toc152498640)

[4 ОХОРОНА ПРАЦІ 62](#_Toc152498641)

[ВИСНОВКИ 69](#_Toc152498642)

[ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ 71](#_Toc152498643)

[ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 72](#_Toc152498644)

# ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

рН – водневий показник

% – відсотки

в. о. – вуглецеві одиниці

°С – градуси Цельсія

г/см² – грам на кубічний сантиметр

мм. рт. ст. – міліметри ртутного стовпчика

мг/дм³ – міліграм на дециметр кубічний

см – сантиметри

мг-екв – міліграм-еквівалент

мкм – мікрометр

мл – мілілітр

ммоль – мілімоль

*Тз* – загальна твердість

*Тк* – карбонатна твердість

*Тнк* – некарбонатна твердість

БСК – біохімічне споживання кисню

ГДК – гранично допустима концентрація

ХСК – хімічне споживання кисню

ЕСК – скляний комбінований електрод

ЗОВ – збірник очищеної води

ХВО – хімічне водоочищення

ККД – коефіціент корисної дії

УЗО – установка зворотного осмосу

ПОПВ – попереднє очищення природньої води

# ВСТУП

Вода – найцінніший природний ресурс, дефіцит якого, як і дефіцит енергоносіїв, неухильно зростає. Глобальні кліматичні зміни і техногенний вплив на природу стрімко загострюють попит на питну воду.

Підготовка води для питного та промислового водопостачання принципово відрізняється від інших областей хімічної технології: процеси водопідготовки протікають у великих об’ємах води і при дуже малих кількостях розчинених речовин. Значить, великі витрати води вимагають улаштування великогабаритного устаткування, а мала кількість видобутих з води речовин неминуче тягне за собою застосування «тонких» методів обробки води.

Залежно від виду промисловості стічні води містять різні забруднення, токсичні речовини, патогенні мікроорганізми. Для повторного використаннч води, необхідне створення очисних споруд.

Стічні води харчових підприємств відрізняються різними концентраціями різних забруднень. Скидання неочищенних стічних вод без попередньої очистки є неприпустимим, тому що може порушувати роботу центральних очисних споруд [1].

Виробництво напоїв в Україні є одним з провідних напрямких. Такі підприємства потербують великих витрат води. Серед підприємств харчової галузі значну частку за об’ємами спожитої води та обсягами стоків займають пивоварні заводи.

Очищення стічних вод на пивоварних підприємствах може бути здійснено різними способами, наприклад, механічно, біологічно, хімічно, фізико-хімічно або інших більш складних способів.

Стічні води пивоварних підприємств утворюються на різних стадіях виробництва: миття обладнання, пляшок, підлоги, стін, бродильних чанів, замочування сировини, дробіння, варки, охолоджування пива. Але підприємство ПрАТ «Карлсберг Україна» займається удосконаленням та має різні проєкти щодо зменшення витрат води та інших ресурсів в процесі виробництва.

Мета роботи – визначення показників якості води, а саме визначення : рН середовища, загального вмісту солей, загальної твердості, хлоридів, фосфатів та Ферума загального.

Для досягнення мети поставлені такі завдання:

1. провести огляд літературних джерел з теми дослідження;
2. визначити об’єкт дослідження та опрацювати методики визначення показників якості природної води;
3. дослідити стічну воду, визначити показники якості води, порівняти зі значеннями ГДК та зробити висновок про придатність стічної води для скидування у стоки.

Об’єкт досідження – проби стічної води з виробництва ПрАТ «Карлсберг Україна».

Предмет дослідження – показники якості води (рН середовища, біохімічної потреби кисню, хлоридів, фосфатів та Ферума загального) впродовж технологічного процесу промислових стоків виробництва.

Методи досліджень та апаратура − фізико-хімічний аналіз, титриметричні, комплексонометричні, потенціометричні, кондуктометричні, теоретичний, хімічний, розрахунковий, лабораторні терези, хімічний посуд, бюретка, кондуктометр, потенціометр pH- InoLab Multi 9310, сушильна шафа SPT 200, водяна баня.

В результаті проведених досліджень була зроблена оцінка показників якості води, а саме: рН середовища, біохімічної потреби кисню, хлоридів, фосфатів та Ферума загального впродовж технологічного процесу промислових стоків виробництва. Середні значення показників якості води перебували в межах нормативних значень.

Новизна роботи полягає в тому, що вперше проведено порівняльний аналіз та динаміку впродовж трьох календарних (технологічних) місяців показників якості води ПрАТ «Карлсберг Україна», що є актуальним в умовах регіонів Запорізької області.

Практичні рекомендацції – отримані результати дослідження можуть бути використані для підготовки очисних споруд до сезонних робіт завода.

Апробацію результатів дослідження було проведено на [II Міжнародній науково-практичній дистанційній конференції](https://link.emlmind.com/ua/mail_link_tracker?hash=6wkphgq5x4ff55am4ghbmktoijngxxc6z9azcnsnrgyfis5p8k8hzuy8njdap1rshcf49rctsqbfuqbzmmijjhagmpzw8fhgk7cou1co&url=aHR0cHM6Ly9zY2ktY29uZi5jb20udWEvaWktbWl6aG5hcm9kbmEtbmF1a292by1wcmFrdGljaG5hLWtvbmZlcmVudHNpeWEtaW5ub3ZhdGl2ZS1kZXZlbG9wbWVudC1vZi1zY2llbmNlLXRlY2hub2xvZ3ktYW5kLWVkdWNhdGlvbi0xNi0xOC0xMS0yMDIzLXZhbnV2ZXIta2FuYWRhLw~~&uid=NjEyNDY4NQ~~&ucs=c1e6dd18d3a1ca9e47cae222f89f30d2) [Innovative development of science, technology and education](https://link.emlmind.com/ua/mail_link_tracker?hash=6qi7ynycb9b3puam4ghbmktoijngxxc6z9azcnsnrgyfis5p8k8h1nqzbrw9xygb1cf49rctsqbfuqbzmmijjhagmpzw8fhgk7cou1co&url=aHR0cHM6Ly9zY2ktY29uZi5jb20udWEvaWktbWl6aG5hcm9kbmEtbmF1a292by1wcmFrdGljaG5hLWtvbmZlcmVudHNpeWEtaW5ub3ZhdGl2ZS1kZXZlbG9wbWVudC1vZi1zY2llbmNlLXRlY2hub2xvZ3ktYW5kLWVkdWNhdGlvbi0xNi0xOC0xMS0yMDIzLXZhbnV2ZXIta2FuYWRhLw~~&uid=NjEyNDY4NQ~~&ucs=c1e6dd18d3a1ca9e47cae222f89f30d2) (Ванкувер, 16-18 листопада) з публікацією тез.

## 1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## Вода та її властивості

Основні теоретичні положення, які лягли в основу сучасних технологій хімподготовки води (її освітлення, пом'якшення, знесолення, знезараження і т.д.), були розроблені в 50-90-хх рр. минулого століття. Великий внесок у розробку теоретичних основ процесів очищення води, розробку технології та методів розрахунку внесли: І.Л. Гордон, М.С. Шкроб, Ю.М. Кострикін, Н.А. Мещерський, С.М. Гурвич, І. Ф. Шапкин, Ф.І. Белан, М.А. Стирікович, В.А. Голубцов, М.В. Мейкляр, Т.Х. Маргулова та інші.

Необхідно відзначити, що значний внесок у розробку теоретичних основ хімводопідготовки для стічних вод зробили вітчизняні спеціалісти: І.М. Богатчук, Б.Д. Процюк, М.І. Богатчук, Ю.Г. Поржезінський, В.О. Бойко, В.О. Ткачов, В.А. Кишневський, А.М. Когановський та закордонні спеціалісти: W. Ellms, P. Штумпер, Г.В. Стритер, Г. Мар, Е.Д. Терьо, E.F. Eldridge, L. Suran та інші.

Вода – головна та найбільш розповсюджена хімічна речовина на нашій планеті – обов’язковий компонент усіх живих організмів (складаючи до 99 % їх маси), головний компонент середовища їх перебування, а також більшість продуктів харчування. Найбільші запаси води містяться у гідросфері – 96 % в світовому океані, останні запаси води – це річки, озера, льодовики, підземні і ґрунтові води; 3 % води – прісні (причому 80 % цієї води знаходиться у вигляді льоду на вершинах гір і льодовиків на полюсах Землі). Вода покриває 80 % поверхні Землі. Вона є найбільш вивченою сполукою; її властивості використанні для визначення одиниць виміру фізичних величин (щільність, температура, теплота та теплоємність) [1-4].

### Основні хімічні властивості води

Молекули води мають слабку здатність до зворотної [іонізації](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) шляхом розпаду на протон H+ і гідроксид-іон OH-:

H2O = H+ + OH-.

Не зважаючи на те, що одним із продуктів дисоціації є протони, вони не існують у воді у вільному стані, а натомість відразу ж приєднуються до молекул H2O з утворенням [іонів гідронію](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%86%D0%BE%D0%BD_%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%8E&action=edit&redlink=1) H3O-. Внаслідок іонізації чиста вода до певної міри може проводити електричний струм. При чому гідроксид- іони і гідроній-іони в електричному полі рухаються значно швидше ніж інші іони.

Це пояснюється явищем «перестрибування протонів»: жоден індивідуальний іон не переміщується на великі відстані, натомість відбувається перенесення протонів між молекулами води, з'єднаними між собою водневими зв'язками. Таким чином виникає сумарний рух гідроній-іонів до [катоду](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%BE%D0%B4), а гідроксид-іонів – до [аноду](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%BE%D0%B4). «Перестрибування протонів» призводить до того, що у водних розчинах дуже швидко проходять [кислотно-основні реакції](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D1%96_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97).

У стані рівноваги тільки невеличка частина молекул води іонізовані, так при температурі 25 °C на іони розпадається приблизно одна молекула із півмільярда. Іонний добуток води ({H+}×{OH-}, де {H+} і {OH-} активності відповідних іонів) є сталою величиною і складає 10−14 м², оскільки у чистій воді концентрації (і активності) іонів OH- і H+ рівні, то кожна з них дорівнює 10−7 м². Негативний десятковий логарифм із {H+} називається [pH](http://uk.wikipedia.org/wiki/PH) (водневий показник), відповідно для чистої води, яка є абсолютно нейтральною, він становить 7.

У хімічному відношенні вода досить активна. З багатьма речовинами вона вступає в [хімічні реакції](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96_%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97) вже при звичайній температурі. З [оксидами](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BA%D1%81%D0%B8%D0%B4) [лужних](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%B6%D0%BD%D1%96_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8) і [лужноземельних металів](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8) вона утворює [основи](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0_(%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F)):

СаО + Н2О = Са(ОН)2.

З багатьма оксидами [неметалів](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8) ([ангідридами](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%B8%D0%B4)) вода утворює [кисневмісні кислоти](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%BC%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%B0_%D0%BA%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0&action=edit&redlink=1):

Р2О5 + 3Н2О = 2Н3РО4.

З найактивнішими металами вона утворює основи з виділенням водню:

2Na + 2Н2О = 2NaOH + Н2↑.

З деякими [солями](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D0%BB%D1%8C_(%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F)) вода утворює так звані [кристалогідрати](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%B0%D1%82), які характеризуються строго визначеною кількістю молекул води. Наприклад, з міді [сульфатом](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B0%D1%82_%D0%BC%D1%96%D0%B4%D1%96) вода утворює [мідний купорос](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%83%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81):

CuSO4 + 5Н2О = CuSO4 · 5Н2О.

в якому на одну молекулу міді сульфату припадає п'ять молекул води. Воду, що входить до складу [кристалів](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB), називають кристалізаційною. При високій температурі [водяна пара](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0) взаємодіє з залізом і іншими речовинами. Наприклад:

3Fe + 4Н2О = Fe3О4 + 4Н2.

Раніше цю реакцію застосовували в [техніці](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0) для добування [водню](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C).

У термічному відношенні вода досить стійка. Проте при температурах, вищих 1000 °С, вона починає розкладатися на водень і кисень [2, 4]:

2Н2О = 2Н2 + O2.

### 1.1.2 Будова молекул і асоціатів природної води

Найпростіша прийнята сьогодні модель молекули води – тетраедр   
(рис. 1.1, рис. 1.2) [1].

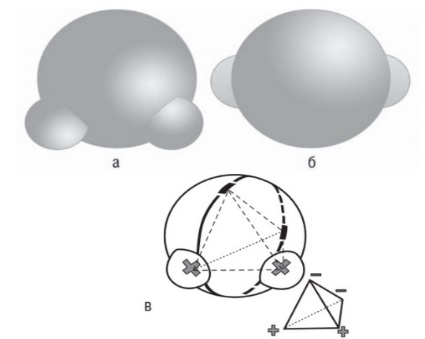


Рисунок 1.1 – Модель молекули води – тетраедр:

а – вид на молекулу води з боку атомів водню; б – вид на молекулу води з боку атома кисню; в – заряди (електрони, розташовані у вигляді тетраедра).

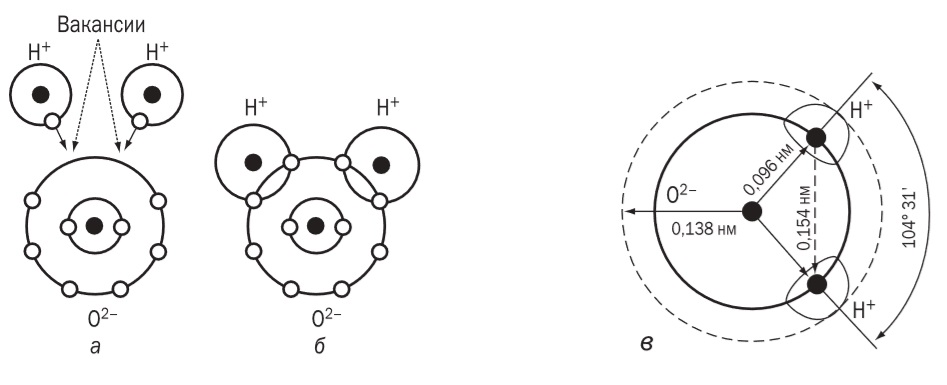


Рисунок 1.2 – Схема процесу утворення з одного атома кисню і двох атомів водню (а) молекули води (б); в – молекула води і її розміри

### 1.2 Показники якості води

Під якістю води розуміють сукупність її властивостей. Якість природних вод обумовлюється наявністю в ній неорганічних та органічних речовин, а також мікроорганізмів і характеризується різними фізичними, хімічними, бактеріологічними і біологічними показниками.

До фізичних показників відносяться: каламутність, прозорість, кольоровість, температура, запах, смак і електропровідність.

Хімічними показниками якості води є сухий залишок або загальна кількість розчинених речовин, рН води або активна реакція, окисність, лужність, вміст газів, наявність азотних сполук, хлоридів, сульфатів, Ферума загального, Мангану, кальцію, магнію, деяких отруйних і радіоактивних речовин, хімічне споживання кисню (ХСК), біохімічне споживання кисню (БСК), розчинений кисень.

Бактеріологічні, або санітарні показники характеризують загальне бактеріальне забруднення води, а також вміст бактерій групи кишкової палички (БГКП). [3-8].

### 1.2.1 Вимоги до якості води. Каламутність та кольоровість природної води

Дисперговані домішки води – частинки діаметром більше 100 нм – обумовлюють каламутність води.

Каламутність властива водам поверхневих водойм – залежить від характеру властивостей берегових і руслових порід, кліматичних і погодних умов. Максимальні значення в паводковий період – до 10000 мг/дм³.

Гравіметричний метод визначення каламутності води водойми заснований на зважуванні фільтра з осадом, просушеного до постійної маси при 105 °С після пропускання через нього води; метод точний, але вимагає багато часу для виконання.

Візуальний метод заснований на порівнянні оптичної щільності досліджуваної води зі стандартними зразками каламутної води. Фотоелектронефелометричний метод заснований на здатності зважених часток розсіювати світло. Фіксація інтенсивності світлового потоку проводиться за допомогою фотоелемента.

Води, що містять незначну кількість зважених часток, прозорі, а якість таких вод характеризується величиною зворотної каламутності – прозорістю.

Прозорість води – це висота стовпа води в сантиметрах, через який проглядається «хрест» з ліній товщиною 1 мм, нанесених чорною фарбою на білу фарфорову пластинку («прозорість по хресту»), або стандартний шрифт («прозорість по шрифту»).

Вода для господарсько-питного водопостачання повинна мати прозорість «по хресту» не менш 300 см, а «за шрифтом» – не менше 30 см [1, 4, 7-25].

Гумінові і фульвокислоти та їх розчинні солі – гумати і фульвати надають воді забарвлення.

Інтенсивність забарвленості води називається її кольоровістю, яка визначається за платиново-кобальтової шкалою і виражається в градусах.

Один градус такої шкали відповідає вмісту в 1 дм³ розчину 2,49 мг калія хлорплатинату K2PtCl6 і 2,018 мг кобальта хлориду СоСl₂.

Згідно вимогам кольоровість води не повинна перевищувати 20 градусів, за платиново-кобальтової шкалою.

В окремих випадках допускається кольоровість до 35 градусів [1, 4, 7-25].

На теперішній час встановлені нормативні концентрації хімічних речовин, котрі характеризують якість води.

Найважливіші нормативні концентрації хімічних речовин природної води представлені у табл. 1.3 [7, 9-26].

Таблиця 1.3 – Нормативні концентрації хімічних речовин природної води.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показник | Значення | Показник | Значення |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Нітрати, мг/дм³ | < 45,0 | Сухий залишок, мг/дм³ | < 1000 |
| Плюмбум, мг/дм³ | < 0,03 | Хлориди, мг/дм³ | < 350 |
| Водневий показник, рН | 6,0 - 9,0 | Цинк, мг/дм³ | < 5,0 |
| Ферум загальний, мг/дм³ | < 0,3 | Запах при 20°С та при 60°С, | < 2 |
| Загальна твердість , мг.екв/дм³ | < 7,0 | Каламутність по ст. шкалі, мг/дм³ | < 1,5 |
| Манган, мг/дм³ | < 0,1 | Окиснюваність, мг/дм³ | 4,0 |

### 1.2.2 Запах і присмак природної води

Запах і присмак природних вод обумовлені розчиненими солями, газами, органічними сполуками, що утворюються в процесі життєдіяльності водної флори і фауни, і бувають природного і штучного походження.

Природні запахи – рибний, гнильний, болотний, пліснявий та ін. – результат життєдіяльності водних організмів і розкладання органічних речовин.

Штучні запахи – фенольний, хлорфенольний та ін. – з'являються у воді при забрудненні водойм стічними водами. Визначення запаху проводиться при температурі води 20° С з якісною і кількісною оцінкою параметрів. Визначення запаху і смаку проводиться органолептично – зазначають гіркий, солодкий, кислий чи солоний смак, інші смакові відчуття визначаються як присмаки.

Кількісно запах і смак води оцінюють за п'ятибальною шкалою які представлені у табл. 1.4. Інтенсивність запаху води для питного водопостачання не більше 2 балів при 60°С, смак води – не більше 2 балів при 20°С [1, 4, 7-25].

Таблиця 1.4 – Шкала оцінки запаху і смаку

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Інтенсивність | Ніякого запаху і смаку | Дуже слабкий | Слабкий | Помітний | Виразний | Дуже сильний |
| Бали | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

### 

### 1.2.3 Твердість природної води

Катіони Са2+, Mg2+, Sr2+, Ва2+, Fe2+, Fe3+ і важких металів зумовлюють твердість води, у природних водах переважають іони Са2+ і Mg2+. Загальна твердість природних вод – сума концентрацій іонів кальцію і магнію в мг·екв/дм³ або в моль/дм³. Один мг·екв/дм³ еквівалентний вмісту у воді 20,04 мг/дм³ іонів Са2+ або 12,156 мг/дм³ іонів Mg2+.

Залежно від величини загальної твердості природні води поділяються на такі групи: дуже м'яка (< 1,5 мг·екв/дм³); м'яка (1,5-3,0 мг·екв/дм³); середньої твердоості (3,0-5,4 мг·екв/дм³); жорстка (5,4-11 мг·екв/дм³); дуже жорстка (>10,7 мг·екв/дм³).

Найбільш м'якими є води атмосферних опадів, твердість яких 70‑100 мкг.екв/дм³. Твердість підземних вод визначається складом контактуючих з ними порід. Твердість річкових вод залежить від кліматичних умов і характеру харчування річок поверхневими та ґрунтовими водами. При живленні водойми ґрунтовими водами твердість води збільшується. Найменша твердість річкової води спостерігається в паводковий період через значне розбавлення річкової води стоком талих вод. У літній період твердість річкових вод залежить від кількості опадів.

Твердість води, зумовлена наявністю іонів Са2+ і Mg2+, приймається за загальну. Частина загальної твердості води, еквівалентна вмісту гідрокарбонатів і карбонатів кальцію і магнію, називається карбонатною твердістю, еквівалентна вмісту хлоридів, сульфатів та інших сильних кислот – некарбонатною твердістю.

Кальція карбонат має малу розчинність – 14,45 мг/дм³ у воді при 25 °С і як і магнія гідрокарбонат при кип'ятінні перетворюється на важкорозчинний магній карбонат MgCО3 або основний магнія карбонат (MgОH)2CО3.

Таким чином, при кип'ятінні твердість води, викликана присутністю гідрокарбонатів кальція і магнія, усувається. Тому така твердість називається усуненою, або тимчасовою.

Слід розрізняти поняття «карбонатна» і «тимчасова» твердість.

При переході HCO3- в СО32- і при випаданні карбонатів кальцію і магнію в осад у воді залишається деяка кількість іонів Са2+, Mg2+, СО32-, відповідна добутку розчинності карбонату кальцію і основного магній карбонату.

В присутності сторонніх іонів розчинність цих сполук підвищується. Різниця між карбонатною і тимчасовою твердістю, яка обумовлена карбонатами кальцію і магнію, називається залишковою жорсткістю.

Коли в природній воді співвідношення HCO3- > Са2+ + Mg2+, тобто загальна лужність перевищує суму концентрацій іонів Са2+ і Mg2+, загальна твердість дорівнює карбонатній, значення не карбонатної не обчислюються.

Іони Са2+ і Mg2+ характеризують загальну твердість природних вод. Помірно жорстка вода не небезпечна в гігієнічному відношенні, так як з водою в організм надходить 20-30 % кальцію, необхідного для підтримки в рівновазі кальцієвого обміну в кісткових тканинах і обміну речовин в організмі.

М'які маломінералізовані води є менш бажаними. Гідрокарбонатно-кальцієві води середньої твердості найбільш приємні на смак. Загальна твердість питної води не повинна перевищувати 7 мг·екв/дм³ [1, 4, 7-25].

### 1.2.4 Ферум загальний і Манган в природній воді

Наявність сполук Ферума загального і Мангана, що не мають виражену токсичну дію, погіршує якість води, придаючи їй при концентрації більше 0,1-0,3 мг/дм³ залозистий присмак. Тому ГДК Ферума загального у питній воді становить 0,3 мг/дм³, Мангану – 0,1 мг/дм³ [1, 4, 7-25].

Методика вимірювання масової концентрації мангану. Фотометричний метод.

Визначення масової концентрації іонів мангану заснований на окисненні Мангану (ІІ) до перманганат-іонів в азотнокислому середовищі дією аммоній пероксодисульфат у присутності каталізатора – іонів срібла з наступним вимірюванням оптичної густини розчину при довжині хвилі 540 нм. Цей метод дозволяє аналізувати проби води, яка містить іони мангану в діапазоні 0,05–5,0 мг/дм³ без розведення та концентрування проби. Якщо концентрація мангану у воді виходить за означені межі, то дозволяється проводити розведеня проби, або її концентрування шляхом випаровування. Заважаючий вплив обумовлений присутністю у воді органічних речовин, хлоридів та іоінв феруму. Тому їх необхідно попередньо видалити із води. Для видалення заважаючого впливу хлорид-іонів, якщо їх концентрація перевищує 300 мг/дм3 , пропонується додавати розчин Ртуті (ІІ), який утворює з хлоридами малодисоційовані сполуки. При більш високому вмісті хлорид-іонів проводять попередню обробку проби нітратною та сульфатною кислотами. Органічні речовини заважають визначенню мангану, якщо ХСК перевищує 16 мг/дм3 . За високого вмісту органічних речовин доцільно додавати у пробу по 5 см3 концентрованої нітратною та сульфатною кислот, випарювати у парцеляновій чашці до появи парів сульфатної кислоти і 11 після охолодження розчиняти залишок у 5 см3 нітратною кислоти, доводячи об’єм до 100 см3 дистильованою водою. Якщо концентрації органічних сполук менші, то можна обмежитися лише кип’ятінням проби протягом 5–10 хвилин з додаванням 10 см3 концентрованої азотної кислоти на 100 см3 проби. Влив іонів феруму нивілюють додаванням 1 см3 концентрованої ортофосфатної кислоти у пробу, до окиснення персульфатом.

До розчину, об’ємом 100 см3 , доливають 3 см3 концентрованої нітратної кислоти і 3 см3 розчину щоб він був еквівалентний вмісту хлорид-іонів у пробі, і плюс ще 2 см3 цього розчину.

1. Додавання концентрованої нітратної кислоти:
2. Додавання розчину гідраргірум(І) нітрат:

За необхідності додають 5 см3 ортофосфатної кислоти (d=1,7 г/см3 ), нагрівають до кипіння, додають 5 см3 амоній персульфату, 2 краплі розчину аргентум(І) нітрату та кип’ятять 5 хвилин.

1. Додавання амоній персульфату:
2. Додавання аргентум(І) нітрата:

Після охолодження розчину, його переносять в мірну колбу, об’ємом 200 см3 , розводять дистильованою водою до мітки, перемішують. Оптичну густину вимірюють при довжині хвилі 540 нм по відношенню до холостої проби, в яку додані ті ж реактиви, у кюветі з товщиною шару 50 мм. Масову концентрацію мангану знаходять за градуювальним графіком.

### 1.2.5 Сульфати і хлориди в природній воді

Постійні компоненти природних вод – сульфати і хлориди при високому вмісті погіршують якість води:

– при концентрації хлоридів більше 300 мг/дм³ вода набуває солонуватий присмак;

– сульфати, якщо їх концентрація у воді більше 500 мг/дм³, пригнічують функції організму і мають проносну дію.

У питній воді має бути не більше 350 мг/дм³ хлоридів і 500 мг/дм³ сульфатів [1, 4, 7-25].

100см3 досліджуємої води (при необхідності концентрують або розбавляють) поміщають в конічну колбу ємністю 250 см3. В цій же колбі, якщо необхідно, випаровуванням (не досягає кипіння ) підкисленого розчину концентрують , підливаючи по мірі випаровування нову порцію досліджуваної води. Розчин підкислюють трьома краплинами концентрованої хлоридної кислоти, додають 25 см 3 з молярною концентрацією еквівалентів 0,05 моль/л розчину барій(І) хлорид, нагрівають до кипіння, кип’ятять 10 хвилин від початку кипіння і залишають на водяній бані біля 1 години.

Через 1 годину розчин фільтрують звичайним способом крізь невеликий беззольний фільтр «синя стрічка», попередньо промитий гарячою дистильованою водою. Фільтрування проводять, по можливості, не переміщаючи осад сульфату барію на фільтр. Колбу с осадом промивають 5 – 6 разів помірно гарячою водою ( 40 – 50 0 С ), не зчищаючи приставшого до стінок колби осаду, пропускають промивні води через той же фільтр. Фільтр с частиною потрапившого на нього осаду BaSO4 промивають 2-3 рази водою до негативної реакції на Cl-. Коли вода стече, осад поміщають у ту ж колбу, в якій проводилось осадження. Приливають 5 см3 розчину аміаку 9 моль/л, фільтр обережно розгортають скляною паличкою і розправляють по дну колби. Потім приливають 6см3 розчину трилону Б з молярною концентрацією еквівалентів 0,05 моль/л на кожні 5 мг припустимого вмісту сульфат – іонів у взятому для визначення об’ємі досліджуваної води.

Склад може бути приблизно визначено по попередньо проведеній якісній реакції.

Вміст колби обережно нагрівають на пісчаній бані до кипіння і кип’ятять до розчинення осаду ( 3-5 хвилин ), тримаючи колбу під нахилом, періодично перемішують рідину.

Розчин охолоджують, приливають 50см 3 дистильованої води, 5 см3 аміачного буферного розчину і додають суху суміш індикатора ~ 0,1 г ( або додають 5 крапель спиртового розчину індикатора ). Залишок трилону Б титрують розчином магній хлорид до переходу забарвлення з синього у лілове.

1 см3, з молярною концентрацією еквівалентів 0,05 моль/л, розчину трилону Б містить 2,4 мг SO42-.

Вміст сульфатів ( Х ), мг/л, розраховують за формулою (1.1):

(1.1)

де n – кількість доданого розчину трилону Б, см3;

K – поправочний коефіцієнт до нормальності розчину трилону Б;

m – кількість хлориду магнію, витраченого на титрування,см3;

К1 – поправочний коефіцієнт до нормальності розчину магній хлорид;

V – об’єм досліджуємої води, взятий для визначення, см3;

### 1.3 Класифікація природних вод

Уже кілька століть розробляються системи класифікації природних вод і способи як можна більш короткої характеристики якості води (індекс якості води). Виділено 625 і навіть більше класів, груп, типів і різновидів вод [42]. В.І. Вернадський вважав, що число видів природних вод більше 1500 одиниць. Виявилося, що неможливо оцінити придатність води для питних, технічних, інших цілей тільки на основі запропонованих універсальних індексів води. Сьогодні викаристовують класифікаційні системи С.А. Щукарьова, О.А. Альокіна і Л.А. Кульського [42]. Практичний інтерес представляє фазово-дисперсна класифікація домішок води, розроблена Л.А. Кульським (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Класифікація вод за фазово-дисперсним станом домішок розроблена Л.А. Кульським.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Група | Найменування домішок | Розмір частинок, мкм | Характеристика домішок |
| Гетерогенна система | | | |
| I | Зависі | >10-1 | Суспензії і емульсії, що обумовлюють каламутність води; мікроорганізми і планктон |
| II | Колоїдно-розчинені речовини | 10-1–10-2 | Віруси.Колоїди і високо-молекулярні сполуки, що обумовлюють окислю-ваність і кольоровість води; |

Продовження таблиці 1.3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Гомогенная система | | | |
| III | Молекулярно-розчинені речовини | 10-2–10-3 | Гази, розчинні у воді; органічні речовини, які надають воді запах і присмак |
| IV | Речовини, диссоційовані на іони (електроліти) | <10-3 | Солі, кислоти, луги, які надають воді твердість, лужність та минерализованість |

## 1.4 Показники якості стічних вод підприємств

Однією з основних причин забруднення стічних вод є скидання стічних вод підприємств без попередньої очистки в каналізаційну систему міста. Ці води утворюються під час господарсько-побутової та виробничої діяльності. Нажаль, водні ресурси використовуються споживачами без належних заходів для запобігання їх забрудненню. Відділ контролю за промисловими стічними водами та лабораторія, де працівники здійснюють відбір проб стічних вод у споживачів для хімічного аналізу з метою перевірки відповідності фактичних концентрацій забруднюючих речовин в стоках встановленим стандартам.

Проведення контролю якості стічних вод споживачів відбувається без попереднього повідомлення та у присутності уповноваженого представника споживача. Наступним етапом є укладення акта щодо відбору проб, в якому вказані посади працівників водоканалу та представника підприємства, адреса відбору проб, а також дата та час забору проб. У випадку виявлення перевищення будь-яких показників у стічних водах споживачів, результати аналізів з лабораторії надходять до служби інспекції промислового водовідведення протягом 5 днів. Ця служба надає отримані дані споживачам та розраховує вартість перевищення забруднюючих речовин. Норми гранично-допустимих концентрацій забруднюючих речовин встановлені у Правилах приймання стічних вод споживачів до каналізаційної мережі м. Запоріжжя, затверджених рішенням Запорізької міської ради від 03.07.2019 року № 639. Ці Правила ґрунтуються на загальнодержавних Правилах приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення.

Стічні води, що містять підвищені рівні забруднень, таких як солі важких металів, фосфати, суспендовані речовини, ХСК, БСК, створюють додаткове навантаження на обслуговування очисних споруд. Це призводить до погіршання доступу кисню до мікроорганізмів у процесі біологічного очищення, що може призвести до їх загибелі. Коли стічні води неналежної якості потрапляють до очисних споруд, підприємство змушене витрачати більше коштів на електроенергію, обслуговування активного мулу та інше. Важливо відзначити, що якість стічних вод впливає не лише на вартість та час очищення, але й на термін експлуатації систем каналізації.

Накопичення таких речовин в процесі випаровування води, доходячи до рівноважного стану приводить до випадання їх на стінки поверхонь. В першу чергу насичуються солі твердості Са(НСО3)2, Мg(НСО3)2, СаСО3, МgСО3 тощо. Вони випадають із води у вигляді кристалів.

Якщо відкладення відбуваються в об’ємі рідини, то утворюється шлам.

Накип і шлам мають низьку теплопровідність 0,1…0,2 (м·К)/Вт. Тому навіть тонкий шар накипу призводить до суттєвого погіршення теплообміну, відповідного підвищення температури стінки труби. В екранних трубах, кип’ятильних пучках і навіть в пароперегрівнику температура стінки може перевищувати допустиму температуру. Тоді утворюється відтулина, а потім свищ.

Накип недопустимий і в області хвостових поверхонь, оскільки погіршення теплообміну приводить до збільшення температури відхідних газів і зниження ККД бродільного аппарату.

Солі Ферума загального та амонію можуть утворювати нерозчинні солі і відкладатись на стінках. Наявність окислів кремнію SiO2 призводить до утворення кремнієвої кислоти Н2SіО3. При тиску більшому 7 МПа ця кислота може розчинятись в парі і попадати з барабана через пароперегрівник в турбіну, де відкладається на лопатках [4, 10].

Для запобігання накипу використовується корекційна хімічна обробка живильної води. Продукти призначені для запобігання накипу можуть бути на основі неорганічних і органічних фосфатів.

Реагентна обробка перешкоджає утворенню накипу у вигляді пластівців і перетворює солі, що накопичились в нагрівальному приладі в м'який, концентрований шлам, який легко видаляється під час продувок.

# 2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Виконання кваліфікаційної роботи магістра відбувалося під час проходження виробничої практики на ПрАТ «Карлсберг Україна» м. Запоріжжя на базі лабораторії стічних вод, де обов̉ язковим є технологічний лабораторний контроль води виробничою лабораторією (ВЛ) на всіх етапах контролю показників стічної води.

Основним призначенням підприємства є виробництво харчових напоїв, пива, кваса, сидрів та інших.

## 2.1 Об’єкт досліджень

ПрАТ «Карлсберг Україна» м. Запоріжжя є ідеальним прикладом технології очистки і дослідження води [50, 51]. У робочих циклах ПрАТ «Карлсберг Україна» м. Запоріжжя як робоче тіло використовується – вода різного ступеня очищення. Залежно від схеми циклу вода різного складу використовується в декількох контурах, ізольованих один від одного.

Вхідним продуктом для підготовки робочого тіла є суміш води після біологічного очищення водопровідної води.

### 2.1.1 Основні фізико-хімічні властивості виробленої продукції

Основні фізико-хімічні властивості виробленої продукції відділення хімводоочищення установок ультрафільтрації та зворотного осмосу цеху водообробки ПрАТ «Карлсберг Україна» м. Запоріжжя наведені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Основні фізико-хімічні властивості хімічно-очищеної води (ХОВ)

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування властивостей, одиниці виміру | Значення фізичних величин |
| Зовнішній вигляд | Безбарвна прозора рідина запаху |
| Щільність, при 25 °C, кг/м³ | 997 |
| Температура замерзання, °С | 0 |
| Температура кипіння, °С | 100 |
| Питома електропровідність, мкСм/см | ≥ 25 |
| Водневий показник, од рН | 8,5-10,0 |
| Масова концентрація Ферума загального, мг/дм³ | ≥ 0,05 |
| Молярная концентрацiя загальної твердість, ммоль/дм³ | ≥ 0,010 |

Для запобігання кисневої корозії необхідно видалити розчинений кисень з живильної води.

Розрізняють декілька видів деаерації, але найбільш часто застосовується термічний спосіб. Апарати, в яких проводиться термічна дегазація, називаються «деаераторами». У деаераторах, крім кисню, видаляється також розчинений у воді вуглекислий газ, який є причиною вуглекислотної корозії [8].

Для зменшення вмісту вуглекислого газу в підживлювальний воді використовують також підлужування [15].

Виходячи із вище сказаного, об´єктами дослідження є:

– водопроводна вода;

– вихідна вода (попередньо очищена вода після ультрафільтрації);

– живильна вода (хімічноочищена вода з корегуванням рН, та реагентною обробкою сточної води що постуає в парову котельню);

– котлова вода.

Основними завданнями лабораторій по дослідженню стічних вод є зниження вмісту зважених речовин (показник каламутності води), солей твердість, а також корекція рН.

Також важливим є зниження значення показника солевмісту (сухого залишку), оскільки загальний солевміст впливає на величину продувки [8, 13].

## 2.2 Методи контролю якості води

Водно-хімічні режими на підприємстві – комплекс засобів для реалізації завдань надійної та економічної експлуатації устаткування:

* корекційна обробка живильної і сточної води (додаткове кондиціонування);
* хімічний контроль, який є системою інформації про стан водно-хімічних режимів для прийняття коригувальних дій.

### 2.2.1 Умови отримання представницьких проб. Точки відбору проб

Параметри (температура, тиск), агрегатний стан робочого тіла в контурах підприємства різні. У хімічних лабораторіях всі аналітичні операції виконують при кімнатній температурі і атмосферному тиску.

Тому в процесі відбору проб в більшості випадків доводиться знижувати тиск і температуру [13, 58, 73].

Загальні умови представницького пробовідбору регламентуються в [8, 9, 10, 58, 73, 74], що передбачає оснащення пристроями для відбору проб пари і води, призначених для експлуатаційного (штатного) контролю за водно-хімічним режимом з природною циркуляцією високого, середнього та низького тисків.

Представницький пробовідбір залежить від конструкції пробозабірний пристроїв – зондів, швидкості потоку проби, матеріалу траси пробопроводу, температури охолодженої проби [14, 58, 73, 74].

Точкою відбору проб називають місце взяття проби з апарату або трубопроводу з необхідними пристроями для відбору.

Від місця розташування точки відбору і ретельності виконання всіх допоміжних пристроїв залежить представницкість відібраної проби.

Пробу називають представницькою, коли концентрації домішок, що визначаються, в пробі збігаються із середньою їх концентрацією в контрольованому об'єкті.

Техніка відбору проб повинна, по можливості, виключати причини, що викликають порушення представницкості проб [58, 73, 74].

В окремих випадках уникнути псування проб при відборі, транспортуванні і зберіганні важко, але можливо, в ряді випадків добитися отримання представницької проби загальноприйнятими способами не вдається.

Відібрати представницьку пробу сточної води досить не просто.

Експлуатаційні спостереження і теплохімічні випробування показують, що для попередження потрапляння в пробовідбірні пристрої пари доцільно відбирати проби з нижніх ділянок опускних труб [4, 5, 58].

Так як процес взяття проби робочого середовища високих параметрів пов'язаний зі зниженням температури і тиску, то в число таких пристосувань входять холодильники, дросельні пристрої, арматура, з'єднувальні лінії і спеціальні зонди, за допомогою яких проба потрапляє в пробовідбірні траси.

### 2.2.2 Методика визначення рН

Визначення рН води проводилось за допомогою потенціометричного методу з використанням приладу InoLab Multi 9310, з використанням цифрового електроду SenTix® 940.

Прилад оснащений вбудованим програмним забезпеченням, що дозволяє проводити контроль процесу вимірювань, здійснювати збір експериментальних даних, обробляти і зберігати отримані результати вимірювань.

Прилад представлений на (рис. 2.2) дозволяє швидко і надійно виконати різні виміри [75].



Рисунок 2.2 – Прилад InoLab Multi 9310

Технічні характеристики приладу InoLab Multi 9310 наведені у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики приладу InoLab Multi 9310

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | | Значення, одиниці вимірювання |
| 1 | | 2 |
| pH | | -2,000 – 20,000 |
| мВ  pH/мВ, температура | | ±1250,0; ±2000,0  -5,0 – 105,0 °С |
| Електропроводність | основні | 10 мкСм/см – 2000 мСм/см |
| додаткові | 0,0 – 19,99 мкСм/см с *K* = 0,1 см-1 |
| Солевміст (TDS) | | 0 – 1999 мг/дм3; 0 – 19,99 г/дм₃ |

Конструктивно прилад InoLab Multi 9310 складається з вимірювального блоку і датчиків, які підключаються до нього. Прилад має систему автоматичної термокомпенсации, інтерфейс для підключення персонального комп'ютера. Результати вимірювань рН, ОВП, УЕП, температури рідини, TDS, час і дата вимірювань виводяться на рідкокристалічний дисплей аналізатора або на екран персонального комп'ютера.

Потенціометричні вимірювання представляють найважливіше і найбільш надійне джерело отримання констант рівноваги електродних реакцій і хімічної спорідненості одних речовин до інших, термодинамічних характеристик реакцій, що протікають в розчинах (електролітичної дисоціації, асоціації, комплексоутворення), добуток розчинності солей, коефіцієнтів активності іонів, pH розчинів.

Визначення величини рН води має велике значення при оцінці якості природних та промислових вод [2-4, 9, 73, 74].

### 2.2.3 Методика визначення біохімічної потреби кисню тривалістю 5 діб

Кількість кисню, виражену у міліграмах, витрачена за певний проміжок часу на аеробне біохімічне розкладення органічних речовин, що містяться в Ідм3 досліджуваної води, називається біохімічним споживанням кисню (БСК). БСК є основним показником ступеня забрудненості води органічними речовинами.

Органічні речовини у водоймі піддаються біологічному розпаду (мінералізації), що супроводжується споживанням розчиненого кисню і може призвести до повного його зникнення і виникнення анаеробних умов. Цей процес, який призводить до мінералізації органіки, зумовлений діяльністю бактерій, що містяться і в стічній воді, і в воді водойми.

Разом з органічними речовинами побутових стічних вод у водойму надходить велика кількість сапрофітних і патогенних бактерій, тому концентрація органічних речовин посередньо вказує на бактеріальне забруднення водойм і цим характеризується санітарне значення показника БСК.

БСК стічної води - це функція, що залежить від часу. Цей показник визначають після п днів інкубації (БСКП) до появи нітритів у кількості 0,1мг/дм3. Тобто індекс внизу вказує на тривалість інкубації. Наприклад, БСК5 - кількість кисню, спожита за 5 діб інкубації; БСК20 - те ж, за 20 діб.

Повним біохімічним споживанням кисню (БСКПОВН) вважають його кількість, потрібну для окиснення органічних домішок до початку процесу нітрифікації. Для побутових стічних вод визначають БСК20, вважаючи цю величину близькою до БСКПОВН. Слід зазначити, що для деяких органічних речовин біохімічне окиснення може тривати значно довше за 20 діб.

В лабораторних умовах поряд з БСКПОВН визначають БСК5 - біохімічну потребу у кисні за 5 діб. У поверхневих водах величини БСК5 змінюються зазвичай у межах від 0,5 до 4 мг/л і зазнають сезонних та добових коливань.

Сезонні коливання залежать в основному від зміни температури та вихідної концентрації розчиненого кисню. Від температури залежить швидкість процесу споживання кисню, яка збільшується у 2-3 рази при підвищенні температури на 10°С.

Добові коливання величини БСК5 також залежать від вихідної концентрації розчиненого кисню, яка може змінюватися протягом доби на 2,5мг/дм3 залежно від співвідношення процесів його споживання та продукування.

Для водних об’єктів, забруднених переважно господарсько-побутовими стічними водами, БСК5 зазвичай становить близько 70% БСКПОВН. Визначення БСК5 у поверхневих водах здійснюють з метою оцінки вмісту біохімічно окиснюваних органічних речовин, умов існування гідробіонтів та як інтегральний показник забрудненості вод. Величину БСК5 також використовують при контролі ефективності роботи очисних споруд.

Визначення БСКП проводиться не пізніше, ніж через 24 години після відбору проби. При неможливості швидкого визначення, зберігають при температурі 3-4°С в холодильнику. Проби на визначення БСКП не консервують.

Визначення показника БСК проводиться за різницею між вмістом кисню до і після інкубації. Концентрація кисню визначається методом об’ємного йодометричного титрування.

Визначення БСК при аналізі поверхневих і стічних вод проводять стандартним методом розбавлення. Діапазон вимірювання БСКп без розбавлення становить 3-6мг/дм3. При аналізі проб без розбавлення, залишкова концентрація кисню після п’яти днів інкубації має бути не менше 3мг/дм3. Для більших значень воду розбавляють.

У дуже забруднених стічних водах на кінець інкубації кисень може зникнути повністю. У таких випадках стічну воду треба розбавити «розбавляючою» водою, взятою у такій кількості, щоб розчиненого кисню в ній з надлишком вистачало для повного окиснення органічних речовин, що містяться у воді. Для розбавлення проб беруть спеціально приготовану воду, яка містить неорганічні поживні речовини в кількості, необхідній для нормального протікання аеробних біохімічних процесів і, в разі потреби, готують воду для розбавлення з добавкою [4]. Розбавлення проби виконують на підставі очікуваної величини БСК5 відповідно до табл.2.6.

Пробу перед початком визначення насичують киснем повітря до 8-9мг О2/дм3 і інкубують впродовж певного періоду (п днів) при температурі 20±1оС без доступу повітря та світла у повністю заповненій та закоркованій склянці. Під час інкубаційного періоду концентрація кисню може знизитись на 2мг/дм3 або більше, але при цьому залишкова концентрація О2 після всього інкубаційного періоду має бути не менше 3мг/дм3.

На результат дослідження може впливати наявність різних сполук. Токсичні для мікроорганізмів речовини, наприклад бактерициди, токсичні метали або вільний хлор будуть заважати біохімічному окисленню. Водорості або нітрифікуючі мікроорганізми можуть призвести до штучного завищення результатів.

БСК5 — важливий екологічний показник стану природних водойм. За високого вмісту органічних речовин у воді швидко розмножуються аеробні бактерії, для життєдіяльності яких необхідний кисень. Це може зумовити зниження вмісту розчиненого кисню, створити гіпоксичні умови і загибель окремих видів гідробіонтів.

На практиці БСК5 визначають протягом  5 діб інкубації, БСК20 — за 20 днів. Чим більше у воді органіки, тим вища окисленість і більше БСК.

Таблиця 2.6 – Рекомендоване розбавлення проб досліджуваної води при визначенні БСК5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розбавлення R | Об’єм проби в 1дм3 суміші, см3 | Діапазон БСК5, що визначається, мг/дм3 |
| 1 | Нерозбавлена проба | 0-6 |
| 0.5 | 500 | 4-12 |
| 0.2 | 200 | 10-30 |
| 0.1 | 100 | 20-60 । |
| 0.05 | 50 | 40-120 |
| 0.02 | 20 | 100-300 |
| 0.01 | 10 | 200-600 |
| 0.005 | 5 | 400-1200 |
| 0.002 | 2 | 1000-3000 |
| 0.001 | 1 | 2000-6000 |

### 2.2.4 Колориметричне визначення фосфатів шляхом візуального порівняння кольору вимірювального розчину з колориметричною шкалою з використанням Phosphate Test 1.11138.0001.

Внаслідок взаємодії ортофосфатів (PO43-) з амоній(І) молібдатом (у кислому середовищі) у сірчаному розчині ортофосфатні іони (PO43⁻) утворюються з молибдатними іонами молібдофосфорної кислоти. Останній відновлюється до фосфомолібденового синього («PMB»).

Концентрація фосфатів визначається напівкількісно, шляхом візуального порівняння кольору вимірювального розчину з колірними областями зразка.

Колориметричне визначення фосфатів у воді виконується в наступній послідовності:

- промийте кілька разів зразком;

- наберіть шприцом 10 мл. (10-35 °C);

- налийте в пробірку;

- добавьте10 крапель реагенту PO4-1;

- закрийте зразок пробкою і перемішайте.

- добавьте10 крапель реагенту PO42-;

- закрийте зразок пробкою і перемішайте дайте постояти 10 хвилин;

- тримайте пробірку на білому тлі, наприклад, на зворотному боці картки зі скороченим режимом використання колірної області шкали P2O5;

– прочитайте виміряне значення в зразку: (мг/дм³) P2O5.

Якщо колір вимірювального розчину відповідає більш темному синьому відтінку колориметричної шкали або більш інтенсивний, вимір необхідно повторити з новими розведеними зразками доти, поки значення не стане менш 10 мг/дм³ P2O5.

В результаті аналізу розведення слід розглядати відповідно:

Результат аналізу = значення вимірювання × коефіцієнт розведення.

Перевідні коефіцієнти наведені у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Перевідні коефіцієнти

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Шуканий при | P2O5 | PO43- | PO4-P |
| мг/дм³ | мг/дм³ | мг/дм³ |
| 1 мг/дм³ P2O5 | 1 | 1,34 | 0,436 |

### 2.2.5 Визначення вмісту хлорид-іонів у воді методом Мора

Внаслідок великої розчинності хлоридів, іон хлору присутній майже у всіх водах. Найбільшу розчинність мають магній хлорид (545 г/дм³) та натрій хлорид (360 г/дм³). Наявність великих кількостей хлоридів у воді може бути викликана вимиванням солей з ґрунту або попаданням у воду господарсько-побутових стоків.

Якісне визначення хлорид - іонів.

У колориметричну пробірку наливають 5 мл води і додають три краплини 10% – ного розчину аргентум(І) нітрата.

Приблизний вміст хлорид-іонів визначають за характером осаду або каламутності у відповідності до вимог табл. 2.7.

Таблиця 2.7 ‑ Приблизне кількісне визначення хлорид-іонів

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика осаду або каламутності | Вміст Cl, мг/дм³ |
| 1. Опалесценція або слабка каламутність | 1-10 |
| 2. Велика каламутність | 10-50 |
| 3. Утворюються пластівці, які осаджуються не одразу | 50-100 |

Кількісне визначення хлорид-іонів здійснюють методом Мора, згідно з ДСТУ ISO 9297:2007 Якість води. Визначення хлоридів. Титрування аргентум(І) нітрат із застосуванням хромату як індикатора (метод Мора) [78].

Кількісне визначення хлорид-іонів здійснюють аргентометричним методом Мора, який ґрунтується на утворенні в нейтральному або слабко лужному середовищі (рН = 6–10) малорозчинного осаду аргентум(І) хлорид (ДР = 1,78·10-10):

Для встановлення кінця титрування використовують індикатор – калій хромат K2CrO4, який з надлишком іонів Аргентума утворює цеглисто-червоний осад аргентум(І) хромата (ДР = 1,1·10-12):

Можливість титриметричного визначення хлоридів у присутності хромат-іонів пояснюється тим, що осад аргентум(І) хлорида менш розчинний, ніж осад аргентум(І) хромата:





Очевидно, що бурий осад аргентум(І) хромата почне утворюватися тільки після того, коли повністю випаде осад аргентум (І) хлорида.

Метод Мора застосовують для визначення хлоридів у воді з концентрацією понад 2 мг/дм³. Без додаткового розбавлення можна титрувати проби води з концентрацією хлоридів до 100 мг/дм³. Визначенню хлоридів заважають сульфіти, сульфіди та тіосульфати, які можна розкласти пероксидом водню в лужному середовищі. Фосфат-іони заважають при концентрації понад 25 мг/дм³, іони Ферума – при концентрації більше 10 мг/дм³.

Визначення вмісту хлорид-іонів у воді методом Мора у воді виконується в наступній послідовності:

Якщо вода каламутна, її фільтрують крізь беззольний фільтр, промитий гарячою водою. Якщо вода має кольоровість вище 30°, пробу знебарвлюють додаванням гідроксиду амонію. Для цього до 200 мл проби додають 6 мл суспензії гідроксиду амонію і збовтують суміш до знебарвлення рідини. Потім пробу фільтрують крізь беззольний фільтр. Перші порції фільтрату відкидають.

Залежно від результатів якісного визначення відбирають у конічну колбу 100 мл досліджуваної води (або менший її об’єм – 10-15 мл) і доводять до 100 мл дистильованою водою. Без розведення визначають хлориди в концентрації до 400 мг/дм³. рН проби води повинно бути в межах 6,5–10.

Якщо рН води невідоме, то до проби води необхідно додати 2 краплини фенолфталеїну (рТ = 9). При появі рожевого забарвлення прилити по краплях 0,1 М розчин H2SO4 до знебарвлення.

В разі відсутності забарвлення необхідно нейтралізувати пробу води 0,1 М розчином NaOH до появи рожевого забарвлення, що зникає при збовтуванні.

Відміряний об’єм води вносять до двох конічних колб і додають по 1 мл розчину індикатора K2CrO4. Одну пробу титрують робочим розчином аргентум(І) нітрата до зміни жовто-цитринного забарвлення на цеглисто-червоне, а другу використовують як контрольну пробу. При значному вмісті хлоридів утворюється осад AgCl, що заважає визначенню. В цьому випадку до відтитрованої першої проби додають 2-3 краплини титрованого розчину NaCl до зникнення цеглисточервоного відтінку, потім титрують іншу пробу, користуючись першою як контрольною.

Вміст хлорид - іону Х (ммоль/ дм³) обчислюють за формулою:

 (2.6)

де – C(AgNO3) – молярна концентрація AgCl в робочому розчині, моль/дм³;

V(AgNO3) – об’єм розчину AgCl, витрачений на титрування, мл;

V(H2O) – об’єм проби води, взятий для титрування, мл.

Вміст хлорид-іону Y (мг/дм³) обчислюють за формулою:

 (2.7)

де M(Cl-) – молярна маса хлорид-іона, M(Cl-) = 35,45 г/моль.

### 2.2.6 Визначення вмісту загального Ферума у воді

Визначення вмісту загального Ферума у воді проводилось за допомогою багатоцільового спектрофотометру UV-1280 Shimadzu (Япония).

Багатоцільовий спектрофотометр UV-1280 Shimadzu (Япония) розроблений для кількісного аналізу, дозволяє проводити вимірювання в УФ та видимому діапазоні спектра від 190 до 1100 нм.

Спектрофотометр UV-1280 має вбудований USB-інтерфейс і функції USB-контролю, що спрощує перенесення даних на ПК або підключення принтера для роздруківки всіх даних, що виводяться на екран – спектрів, результатів вимірювань, калібрувальних кривих і ін. Вбудована клавіатура і РК-дисплей дозволяють керувати режимами роботи приладу і печаттю результатів на інтуїтивному рівні.

Спектрофотометр UV-1280 Shimadzu (Япония) фото представлено   
на рис. 2.3 [79].



Рисунок 2.3 – Спектрофотометр UV-1280 Shimadzu

Технічні характеристики спектрофотометру UV-1280 Shimadzu наведені у табл. 2.7.

Зручне в експлуатації кюветноє відділення приладу дозволяє легко замінювати стандартний утримувач 10 мм кювети на різні додаткові приставки: многокюветние тримачі, в тому числі тримачі мікрокювет (від 50 мкл) і тримачі кювет з різною довжиною оптичного шляху (від 1 до 50 мм), з ручною або автоматичною зміною зразків; тримач плівок; пристрої для термостатування кювет; проточні кювети з автоматичним заповненням і промиванням; автодозатор (до 100 і більше зразків).

Фотоколориметричний метод заснований на попередньому відновленні катіонів Ферума (III) до катіонів Ферума (II) солянокислим гідроксиламіном до комплексного з'єднання оранжево-червоного кольору при взаємодії катіонів Ферума (II) з о-фенантроліном.

Діапазон вимірювань 0,005-5,00 мг/дм³.

Процеси приготування розчинів і підготовки проби до аналізу в лабораторії проводять дотримуючись вимог ДСТУ 7274 і ГОСТ 27025 [80, 81].

Визначення вмісту загального Ферума у воді виконується в наступній послідовності:

‑ в інтервалі значень масової концентрації загального Ферума від 0,005-0,08 мг/дм³ : в хімічний стакан 400 см³ поміщають від 100 до 300 см³ проби, доливають 1 см³ концентрованої азотної кислоти, 3 см³ соляної кислоти, випаровують приблизно до 50 см³ і охолоджують до температури навколишнього середовища.

* в інтервалі значень масової концентрації загального Ферума від   
  0,08 – 5,0 мг/дм³ : в хімічний стакан 100 см³ поміщають від 10 до 50 см³ проби, доливають 1 см³ гідроксіламіну, кип'ятять 5 хв. і охолоджують до температури навколишнього середовища:

У мірну колбу 50 см³ доливають 2 см³ розчинів о-фенантроліна:

Додають 10 см³ ацетатно-амонійоного буферного розчину, доводять об’єм розчину в колбі до мітки дистильованою водою і перемішують:

Через 10 хв. вимірюють оптичну щільність розчину на спектрофотометрі UV-1280 Shimadzu (Япония) при довжині хвилі 510 ± 10 нм кюветах з робочою довжиною 50 мм відносно до розчину порівняння.

Розчин порівняння готують з 50 см³ дистильованої води і обробляють реактивами в тій же послідовності що і аналізована проба.

## 2.3 Статистична обробка даних

У хімічній метрології традиційно прийнято оцінювати характеристики точності окремо. Основний спосіб якісної оцінки – відтворюваність і правильність результатів хімічного аналізу.

Випадкова похибка: характеристика відтворюваності.

Оскільки відтворюваність характеризує ступінь розсіювання даних відносно середнього значення, то для оцінки відтворюваності необхідно попередньо розрахувати середнє значення із серії результатів повторних паралельних вимірювань (*х1, х2…хn*) (2.8):

. (2.8)

Відзначимо, що в серії, яка обробляється, повинні бути відсутні промахи – окремі значення, які суттєво відрізняються від інших, як правило, отримані в умовах грубого порушення вимірювальної процедури (аналітичної методики).

Тому передусім (ще до розрахунку середнього) варто за допомогою стандартних тестів і, якщо можливо, шляхом детального вивчення умов експерименту, перевірити серію даних на наявність промахів і, при виявленні таких, виключити їх з досліджувань. Мірою розкиду відносно середнього найчастіше використовують дисперсію (2.9):

, (2.9)

і похідні від неї величини – абсолютне статистичне відхилення (2.10):

. (2.10)

і відносне стандартне відхилення (2.11):

. (2.11)

За змістом дисперсія – це усереднена величина квадрату відхилення результату вимірювання від свого середнього значення. Незважаючи на те, що чисельник виразу має *n* складових, знаменник дорівнює (*n – 1*). Причина полягає в тому, що серед *n* складових чисельнику тільки (*n – 1*) незалежних, оскільки за (*n – 1*) – значенням *хі* та середнього завжди можна вираховувати відсутнє *n* – у складову.

Величина знаменника у виразі позначається через *f* (або ν) і називається числом ступенів свободи дисперсії *S2 (х)*. Воно відіграє важливу роль при статистичній перевірці різних гіпотез.

У хімічному аналізі для характеристики відтворюваності використовують не дисперсію, а абсолютне або відносне стандартне відхилення. Це пояснюється практичною зручністю. Розмірності *S(х)* та *х* збігаються, тому абсолютне статистичне відношення можна зіставляти з результатами аналізу.

Величина *Sr (х)* – безрозмірна і тому наочно за допомогою відносного статистичного відхилення можна порівняти між собою відтворюваності не лише конкретних даних, але і методик, методів у цілому.

Вважається що серед усіх існуючих методів аналізу, хімічні методи аналізу мають найкраще значення відтворюваності (тобто найменше *Sr*). Це характерно для класичних методів аналізу: гравіметрії та титриметрії [28].

# 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Стічні води, які викидаються підприємствами, мають бути перевірені на різні хімічні та біологічні показники якості для забезпечення відповідності нормативам та уникнення негативного впливу на навколишнє середовище. Ось деякі з найважливіших хімічних та біологічних показників якості стічних вод:

1. Хімічні показники:
   * *Біохімічне кисневідновлення (БКК)*: Це показник, який вказує на кількість кисню, необхідного для біологічної очистки води. Високі рівні БКК можуть вказувати на наявність біологічно важливих органічних речовин у стічних водах.
   * *Концентрація хімічних речовин*: До них можуть входити важкі метали, органічні сполуки, хімічні реагенти, які потрапляють у стічні води через виробничі процеси підприємства.
   * *pH рівень*: Необхідно контролювати pH, оскільки надмірна кислотність чи лужність може впливати на екосистему приймального водоймища.
2. *Біологічні показники*:
   * *Кількість бактерій та мікроорганізмів*: Цей показник вказує на загальний рівень забруднення та можливий вміст патогенних мікроорганізмів, які можуть бути шкідливими для навколишнього середовища та здоров'я людей.
   * *Біологічна кислотність (БК)*: Вимірює загальну кількість органічних речовин та біологічну активність у стічних водах.

Збір і аналіз цих показників є важливим для визначення рівня забруднення стічних вод підприємства. Регулювання цих параметрів важливе для забезпечення дотримання стандартів якості води та збереження навколишнього середовища. Це може включати в себе використання очисних споруд або технологій, які дозволяють зменшити вміст шкідливих речовин у викинутих стічних водах.

Водокористувачі, які скидають промислові стічні води до каналізаційних мереж, повинні дотримуватися правил приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації міст та селищ. Тому, завжди актуально і дуже важливо проводити постійний актуальний контроль показників стічних вод підприємства.

## 3.1 Визначення рН води впродовж технологічного процесу

Визначення рН проводилось за допомогою потенціометричного методу з використання приладу InoLab Multi 9310, використовуючи цифровий електрод SenTix® 940.Хід аналізу складається з наступних етапів: включення приладу, електроди якого попередньо занурені в розчин KCl. В подальшому електроди поміщають в калібрувальний буфер (калій фосфорнокислий, KH2PO4 – 0,025 M розчин, натрій фосфорнокислий, Na2НPO4 – 0,025 M розчин), через певний час встановлюється постійне значення рН. Якщо значення рН відповідає ДСТУ для даного буферу, то переходять до аналізу досліджуваних проб. В хімічну склянку на 100 мл наливають аналізований розчин 50-70 мл і занурюють в нього електрод. Витримують до постійного значення рН. Результати статистичної обробки покаників якості рН води впродовж трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.) наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати статистичної обробки покаників рН води протягом трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Результати статистичної обробки | pH | | |
| Місяць | січень | березень | червень |
| Середнє значення | 7,60 | 7,78 | 7,64 |
| Середнє відхилення | 0,112 | 0,112 | 0,035 |
| Дисперсія *V* | 0,018 | 0,018 | 0,002 |
| Абсолютне статистичне відхилення *S* | 0,136 | 0,136 | 0,042 |
| Відносне стандартне відхилення *Sr* | 0,018 | 0,017 | 0,005 |
| Максимальне значення | 7,90 | 7,98 | 8,13 |

За даними табл. 3.1 побудовано графік зміни показників якості рН води протягом трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.) (рис. 3.1).

Рисунок 3.1 – Графік зміни показників рН води.

У порівінянні з нормативними значеннями можна встановити, що середнє значення перебувало в межах або нижче нормативних, що визначенні вимогами до складу та властивостей стічних вод, що скидаються до системи централізованого водовідведення, для безпечного їх відведення та очищення на очисні споруди системи централізованого водовідведення, що затверджено наказом міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 316 від 01.12.2017.

## 3.2 Дослідження біохімічної потреби кисню тривалостю 5 діб

Визначення біохімічної потреби кисню тривалостю 5 діб проводилось наступним чином: підготовлену (розбавлену чи без розбавлення) пробу, наливають у посудину. Встановлюють температуру води 20оС її нагріванням або охолодженням і потім аерують. Наповнюють сифоном 3 кисневі склянки. Кожну кисневу склянку обполіскують приблизно 30см3 підготовленої проби, після цього наповнюють до самого краю так, щоб не з’явилися пухирці. Наповнену кисневу склянку закривають корком так, щоб в середині не залишилося пухирців повітря.

В одній із трьох кисневих склянок відразу визначають кисень Со(О2). Інші дві кисневі склянки поміщають у термостат і зберігають при 20°С в темноті протягом п днів, після чого визначають в них вміст розчиненого кисню, що залишився Сп(О2).

Визначення біохімічної потреби кисню тривалостю 5 діб стічної води впродовж трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.) наведені в (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Результати статистичної обробки покаників біохімічної потреби кисню тривалостю 5 діб стічної води протягом трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Результати статистичної обробки | БСК5, мг/дм3 | | |
| Місяць | січень | березень | червень |
| Середнє значення | 137,5 | 142,0 | 158,0 |
| Середнє відхилення | 5,116 | 7,856 | 0,087 |
| Дисперсія *V* | 5,222 | 1,151 | 0,010 |
| Абсолютне статистичне відхилення *S* | 9,232 | 9,008 | 0,098 |
| Відносне стандартне відхилення *Sr* | 0,021 | 0,013 | 0,019 |
| Максимальне значення | 150,0 | 160,0 | 160,0 |

За даними таблиці побудовано графік (рис 3.2) зміни покаників біохімічної потреби кисню тривалостю 5 діб стічної води протягом трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.).

Рисунок 3.2 – Графік зміни показників якості питомої електропровідності, µS/cm води

У порівнянні з нормативними значеннями можна встановити, що середнє значення перебувало в межах або нижче нормативних, згідно нормативу \ не більше 350,0 мг/дм3, що визначенні вимогами до складу та властивостей стічних вод, що скидаються до системи централізованого водовідведення, для безпечного їх відведення та очищення на очисні споруди системи централізованого водовідведення, що затверджено наказом міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 316 від 01.12.2017. Згідно графіка встановлено, що найбільш оптимальні показники стічних вод були у березні 2023 р.

## 3.3 Визначення хлоридів впродовж технологічного процесу

Визначення Cl‒ проводять титриметричним методом, а саме методом Мора.

В основі методу лежать наступні реакції:

Cl‒ + Ag+ = AgCl↓

CrO42- + 2Ag+ = Ag2CrO4↓

Хід аналізу полягає: аналізовану пробу води об’ємом 100 мл виливають у конічну колбу на 250 мл, додають 1 мл хромат калія та титрують розчином аргентум(І) нітратом.

Розрахунки проводять за формулою [3.4] :

, (3.4)

де: ХCl‒ – вміст хлорид-іонів (мг/дм3),

a – об’єм AgNO3 витрачений на титрування проби води (мл),

b – об’єм AgNO3 витрачений на титрування холостої проби (мл),

N – нормальність титру AgNO3 (н),

V – об’єм проби води, взятої для визначення (мл).

Результати статистичної обробки покаників якості хлоридів в воді впродовж календарного (технологічного) місяця (вересень 2019 р.) наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати статистичної обробки покаників якості хлоридів в воді протягом трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Результати статистичної обробки | Вміст хлоридів Cl‒, мг-екв/л | | |
| Місяць | січень | березень | червень |
| Середнє значення | 114,3 | 126,2 | 111,9 |
| Середнє відхилення | 0,699 | 2,558 | 0,033 |
| Дисперсія *V* | 0,637 | 21,305 | 0,001 |
| Абсолютне статистичне відхилення *S* | 0,798 | 4,616 | 0,038 |
| Відносне стандартне відхилення *Sr* | 0,027 | 0,021 | 0,013 |
| Максимальне значення | 120,5 | 134,7 | 124,0 |

За даними табл. 3.4 побудовано графік зміни покаників якості хлоридів в воді протягом трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.). (рис. 3.4).

Рисунок 3.4 – Графік зміни хлоридів в воді

У порівнянні з нормативними значеннями можна встановити, що середнє значення перебувало в межах або нижче нормативних, згідно нормативу \ не більше 350,0 мг/дм3, що визначенні вимогами до складу та властивостей стічних вод, що скидаються до системи централізованого водовідведення, для безпечного їх відведення та очищення на очисні споруди системи централізованого водовідведення, що затверджено наказом міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 316 від 01.12.2017. Згідно графіка встановлено, що найбільш оптимальні показники стічних вод були у березні 2023 р.

## 3.4 Визначення загального Ферума та фосфатів впродовж технологічного процесу водопідготовки

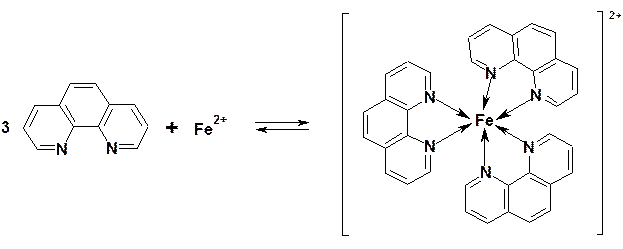
У 2022 р. на підприємстві була впроваджена технологія корекційної обробки живильної води реагентами на основі фосфатів. На внутрішніх поверхнях нагрівального обладнання відбувалося утворення відкладень залізо окслювальний характеру, обумовлених корозійними процесами, що протікають в нагрівальному обладнанні, що призводило до зниження ККД, перевитрати палива і т.д.

Переваги даної програми реагентної обробки води:

* високі технологічні показники (зменшення процесів накипоутворення і зниження швидкості корозії до нормативних значень);
* низькі капітальні вкладення (в порівнянні з іншими програмами реагентної обробки);
* простота і надійність обладнання в експлуатації.

Фотоколориметричний метод визначення вмісту загального Ферума заснований на попередньому відновленні іонів Ферума (III) до іонів Ферума (II) солянокислим гідроксиламіном до комплексного сполученнямар оранжево-червоного кольору при взаємодії іонів Ферума (II) з о-фенантроліном. Діапазон вимірювань 0,005 – 5,00 мг/дм³.

О-фенантролін при рН 2-9 у присутності ЕДТА, який усуває заважаючий вплив інших металів, є практично специфічним реактивом для визначення Феруму (ІІ). Комплексоутворення відбувається за схемою:



Катіони Феруму (Ш) з о-фенантроліном утворюють безбарвну сполуку, яка не заважає фотометричному визначенню Ферум(ІІ). При визначенні загального вмісту Ферума (ІІ, ІІІ) весь Ферум попередньо відновлюють гідроксиламіном або іншим відновником для переведення його у ступінь окиснення +2.

Результати вимірювань загального Ферума впродовж календарного (технологічного) місяця (вересень 2019 р.) та статистичної обробки даних наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Показники загального Ферума впродовж впродовж трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Результати статистичної обробки | Ферум загальний, мг/дм³ | | |
| Місяць | січень | березень | червень |
| Середнє значення | 0,09 | 0,36 | 0,48 |
| Середнє відхилення | 0,015 | 0,015 | 0,002 |
| Дисперсія *V* | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Абсолютне статистичне відхилення *S* | 0,017 | 0,017 | 0,002 |
| Відносне стандартне відхилення *Sr* | 0,140 | 0,116 | 0,060 |
| Максимальне значення | 0,09 | 0,30 | 0,50 |

За даними табл. 3.5 побудовано графік зміни загального Ферума впродовж трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.).

Рисунок 3.4 – Графік зміни загального Ферума в стічній воді

Для визначення, фосфатів широкого застосування набув метод шляхом візуального порівняння кольору вимірювального розчину з колориметричною шкалою з використанням Phosphate Test з молібдат амонія (NH4)2MoO4. Внаслідок взаємодії ортофосфатів з амоній молібдатом у кислому середовищі (рН 0,80–0,95) у присутності аскорбінової кислоти утворюється інтенсивно забарвлена у синій колір сполука :

РО43– + 12 (NH4)2MoO4 + 27 H+ = H7[P(Mo2O7)6] + 24 NH4+ + 10H2O

синій колір

Результати вимірювань вмісту фосфатів впродовж трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.) та статистичної обробки даних наведені в в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати статистичної обробки вмісту фосфатів впродовж трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Результати статистичної обробки | Вміст фосфатів РО4, мг/дм³ | | |
| Місяць | січень | березень | червень |
| Середнє значення | 18,16 | 18,24 | 18,24 |
| Середнє відхилення | 0,051 | 0,262 | 2,166 |
| Дисперсія *V* | 0,003 | 0,084 | 6,245 |
| Абсолютне статистичне відхилення *S* | 0,059 | 0,289 | 2,499 |
| Відносне стандартне відхилення *Sr* | 0,039 | 0,025 | 0,051 |
| Максимальне значення | 18,33 | 18,33 | 18,33 |

За даними табл. 3.6 побудовано графік зміни покаників вмісту фосфатів впродовж трьох календарних (технологічних) місяців (січень, березень, червень 2023 р.).

Рисунок 3.5 – Графік зміни показників вмісту фосфатів у стічних водах

У порівнянні з нормативними значеннями можна встановити, що середнє значення перебувало значно вище ніж нормативні, де згідно нормативу не більше 10 мг/дм3, що визначенні вимогами до складу та властивостей стічних вод, що скидаються до системи централізованого водовідведення, для безпечного їх відведення та очищення на очисні споруди системи централізованого водовідведення, що затверджено наказом міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 316 від 01.12.2017. На основі отриманих даних, можна встановити, що додатково скидуються фосфати і забруднюють навколишне середовище. Надмірна кількість фосфатів у стічних водах пов’язана з новою технологією митття промислових установок.

# 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Предметом дослідження в даній роботі є фізико-хімічні показники якості води, такі як рH, твердість, сухий залишок та хлориди у досліджуваній воді, взятої з різних джерел. В ході роботи використовувалися деякі органічні та неорганічні речовини.

Дослідження проводились в хімічній лабораторії підприємства.

Перед початком роботи мною були прослухані інструктажі з охорони праці № 115, № 158, № 195 та Інструкція з пожежної безпеки в лабораторіях.

Теоретичні положення охорони праці і безпеки життєдіяльності засвоєнні на попередніх курсах, практично застосовувалися в процесі дослідження матеріалу для даної роботи, так як обумовлюють поведінку у лабораторіях. Тому у цій главі будуть розглянуті шкідливі та загрозливі фактори життєдіяльності, з якими зіштовхується лабораторний дослідник і також міри запобігання їхнього шкідливого впливу.

Основним небезпечними та шкідливими факторами під час виконання даної роботи є: шум та вібрації витяжної шафи, скляний посуд, неорганічні сполуки, органічні речовини, робота з електроприладами.

Шум має шкідливий характер на весь організм людини, в першу чергу на центральну нервову та серцево-судинну системи. Довготривалий вплив шуму може призвести до погіршення слуху, а в окремих випадках – до повної втрати слуху. Шум являє собою усілякий небажаний для людини звук, заважаючи сприйманню корисних сигналів та неупорядковане поєднання звуків різної інтенсивності та частоти. Єдиним джерелом шуму в лабораторії є витяжна шафа, її шум не перевищує допустимі норми (приблизно 50-70 дБ) і не заважає при роботі [70-74].

З фізичної точки зору між шумом та вібрацією принципової різниці немає. Але вона є при сприйманні: вібрація сприймається вестибулярним апаратом та органами дотику, а шум – органами слуху. Вібрація являє собою процес розповсюдження механічних коливань у твердому тілі. Вібрація має негативно-шкідливий вплив на організм людини. Джерелом вібрації в умовах що розглядаються в роботі є робота витяжної шафи. Вібрація, яка виникає при роботі витяжної шафи не перевищує допустимі норми (приблизно 15-65 Гц) і не заважає роботі [75].

Значна частина нещасних випадків в хімічних лабораторіях пов’язана з неправильним поводженням зі склом, з його поганою якістю, нехтуванням елементарними мірами безпеки при роботі з ним. Усі дії пов’язані з роботою зі склом повинні виконуватись дуже обережно, без зусилля. Усі лабораторні роботи виконуються у халаті. Робоче місто повинно бути чистим. Використаний посуд вимитим. Вимкнуті усі електричні прилади.

Загальні положення при роботі зі склом:

* використання тільки спеціального хімічного посуду;
* забороняється використовувати брудний посуд;
* посуд з нетермостійкого скла використовується для робіт, що не потребують нагрівання;
* термостійкий посуд використовуються для більш жорстких температур, але не допускаючи різкого нагрівання або охолодження [34].

В умовах, що розглядаються, можливими забруднювачами повітря можуть бути неорганічні кислоти, луги та органічні сполуки.

Для забезпечення складу повітря робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.016-79 ССБТ проектом передбачено [76]:

1. Проведення робіт з даними речовинами витяжній шафі (згідно з ГОСТ 22360-86. Шкафы демонстрационные и лабораторные вытяжные) [69];
2. Використання природної вентиляції (СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование) [77].

Природне освітлення лабораторії повинно відповідати вимогам СНиП ІІ-4-79 «Естественное в искусственное освещение» [71]. Коефіцієнт природного освітлення (КПО), повинен складати не менше 1,5 %. Штучне освітлення повинно відповідати вимогам СНіП ІІ-4-79 [71].

Основні неорганічні сполуки – це: кислоти, луги та солі. Усі речовини небезпечні, безпечна тільки чиста вода, тому слід обережно виконувати роботи пов’язані з використанням реактивів. Усі лабораторні роботи виконуються у халаті. Робоче місто повинно бути чистим. Використаний посуд вимитим. Вимкнуті усі електричні прилади.

Загальні положення безпечної роботи з неорганічними реактивами:

* агресивні речовини треба зберігати в спеціально призначених приміщеннях;
* концентровані сполуки слід обережно розливати під витяжною шафою;
* для одержання розчинів із концентрованих кислот необхідно лити кислоту у воду, а не навпаки, постійно перемішуючи;
* забороняється набирати реактиви ротом у піпетки;
* луги слід розчиняти повільно, додаючи до води не великі порції лугу при безперервному перемішуванні [78].

Органічні речовини більш небезпечні для роботи, тому при роботі з ними слід бути дуже обережним. Усі лабораторні роботи виконуються у халаті. Робоче місто повинно бути чистим. Використаний посуд вимитим. Вимкнуті усі електричні прилади.

Загальні положення безпечної роботи з органічними речовинами:

* роботи слід обов’язково виконувати під витяжною шафою;
* перед початком роботи з легкозаймистими речовинами слід вимкнути та прибрати усі електричні джерела;
* нагрівання і перегонка легкозаймистих реактивів проводиться тільки на водяній або паровій бані;
* забороняється виливати органічні реактиви у каналізацію [79].

Дія електричного струму на людину має різноманітний характер. Проходячи через організм людини, електричний струм викликає термічну, електролітичну, а також біологічну дію.

Загальні вимоги при роботі з електричними приладами:

* студентам дозволяється працювати на електричних приладах тільки при присутності викладача (керівника);
* забороняється користуватися несправними електричними приладами;
* у лабораторіях слід використовувати електронагрівальні прилади закритого типу [78-79].

При роботі з органічними реактивами та електричними приладами, є ризик виникнення пожежі. Пожежа – будь-який різновид загорання, який вийшов за границі корисної дії. Щоб уникнути пожежі треба бути обережним та слідкувати за своїми діями.

Загальні положення з пожежної безпеки:

* приміщення повинні підтримуватися в чистоті;
* заборонено використовувати інші електронагрівальні та побутові пристрої поза спеціально відведених і обладнаних приміщень;
* всі електроустановки повинні мати захист від струму короткого замикання;
* співробітники повинні знати пожежну безпеку хімічних речовин;
* забороняється користуватися відкритим вогнем та легкозаймистими речовинами;
* палити в приміщеннях заборонено [80].

В наш час дуже розвинені комп’ютерні технології. Майже кожна людина має свій власний комп’ютер.

Проте робота на комп’ютері шкідлива. Шкідливими факторами при роботі на комп’ютері є: навантаження на зір, опорно-рухомий апарат, а також емоційного та психологічного характеру. І часом несе негативні наслідки. До роботи на комп’ютері допускаються особи, що пройшли інструктаж з техніки безпеки.

Загальні положення безпечної роботи на комп’ютері:

* вмикання приладу до електричної мережі здійснюється тільки через спеціальні розетки;
* покриття стола повинно бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,2-0,4;
* відстань від очей користувача до екрану повинна становити 50-70 см, кут зору 10-20º, але не більше 40º;
* для запобігання перенапруги організму слід омежувати сумарний час роботи до 50 % в продовж зміни;
* виконання різних видів робіт вимагає різного підходу до встановлення тривалості перерв. Кількість перерв регулюється індивідуально.

При виконанні будь-яких робіт є ризик виникнення нещасних випадків. На великих виробництвах дуже часто трапляються нещасні випадки різного ступеня тяжкості. Неможливо передбачити де, коли і з ким він відбудеться. Але треба бути готовим, для цього треба знати правила та способи надання першої медичної допомоги [80].

Перша допомога у разі отруєнь аміаком*.*

Ознаки: подразнення слизових оболонок, сльозоточивість і запалення очей, сильний кашель, жар у горлі, з’являється нудота і приступи задухи.

Перша допомога: вживання рідини з аміаком – дати випити велику кількість води з додаванням у неї оцтової кислоти, викликати блювання, дати молока, яєчний білок; вдихання аміаку – вивести на свіже повітря, вдихати з ватки пари розведеної оцтової кислоти.

Перша допомога при отруєні органічними рідинами.

Ознаки: бензол – головокружіння, головний біль, стан як при сп’янінні; толуол – кашель, почервоніння шкіри, слизистих оболонок; фенол – викликає місцеву анестезію, при потраплянні всередину організму викликає загальний важкий стан; формалін – при дії парів – різке подразнення слизових оболонок, кашель, чихання, біль у грудині, сльозоточивість.

Перша допомога: у разі потрапляння в організм через харчовий тракт отруйних рідин необхідно: викликати блювання та дати молока і яєчний білок.

Перша допомога у разі отруєнь кислотами та лугами.

Видалити речовини з шлунка: 2-3 разове промивання водою. З метою нейтралізації виконують промивання 1% розчином лимонної або оцтової кислоти – при потраплянні лугу, або жженої магнезії – при потраплянні кислот. Промивання шлунку можна поєднувати з прийняттям активованого вугілля у вигляді кашки, розчином крохмалю, яєчного білка. Після промивання шлунку, для зменшення болю можна пити воду з льодом та на живіт прикласти пакет з льодом.

Перша допомога у разі отруєнь натрій фтоидом.

Створити повний спокій, поїти молоком з яєчним білком або дати вапнякову воду.

Перша допомога при термічних опіках шкіри.

При тяжких опіках необхідно негайно відправити постраждалого до лікарні. При опіках першого ступеню: видалити обгорілі шматки одягу, уражене місце обробити етиловим спиртом, накласти суху стерильну пов’язку або чисту тканину та звернутися до дерматолога.

Перша допомога при хімічних опіках шкіри.

Уражену ділянку треба промити великою кількістю прохолодної води протягом 15-20 хв. Забороняється обробляти опечені місця ватним тампоном. Промивати розчином питної соди (2 % натрія гідрокарбонат) при потраплянні кислоти, або розчином оцтової або лимонної кислоти (1-2 % розчин) при потраплянні лугу. Знову промивають та накладають марлеву пов’язку з фурациліном.

Перша допомога при хімічних опіках очей.

При потраплянні до ока будь-якої хімічної рідини необхідно ретельно промивати його великою кількістю води протягом 20-30 хв.

При потраплянні кислоти – відразу промити чистою проточною водою, а потім накласти ватний тампон, змочений розчином натрію гідрокарбонату (сода) з масовою часткою 3 %. При потраплянні лугу – відразу промити чистою проточною водою, а потім розчином борної кислоти з масовою часткою 2 %. Після заключного ополіскування очей чистою водою під повіки вводять 2-3 краплі альбуциду з масовою часткою розчиненої речовини 30 %.

Перша допомога при пораненні.

Торкатися рани не дозволяється. Руки повинні бути вимиті і оброблені спиртом або йодною настойкою. Оглянути рану, при наявності сторонніх тіл необхідно їх видалити. Якщо рана забруднена, то бруд видаляється тільки навколо рани. Рану продезінфікувати 3 % розчином перекису водню. Потім рану перев’язати і звернутися до лікарні або медпункту. При незначних порізах рану обробляють йодною настойкою і накладають марлеву пов’язку. При серйозному порізі і сильній кровотечі необхідно накласти джгут вище рани (обов’язково вказати час накладання джгута), покрити рану стерильною марлею і негайно викликати лікаря.

Перша допомога при ураженні електричним струмом [80, 81].

Надаючи допомогу, не можна торкатися голими руками до постраждалої людини. Насамперед, потрібно відключити установку, якої торкається постраждалий або вимкнути рубильник. При неможливості відключення всієї електроустановки, необхідно відокремити постраждалого від струмоведучих частин, використовують сухі предмети, які не проводять електричний струм, або перерубати провід, в цей час треба діяти однією рукою. Надаючи першу допомогу постраждалого укласти на спину на тверду поверхню й перевірити наявність подиху і пульсу. Якщо постраждалий у свідомості, необхідно забезпечити йому повний спокій та свіже повітря. При порушенні або припиненні дихання та серцевої діяльності слід виконувати штучне дихання та масаж серця до прибуття швидкої допомоги та передачі постраждалого до рук медиків [81]. Отже, знання правил техніки безпеки вивчених мною раніше, прочитаних у різних довідниках та поради дорослих, допомогло мені уникнути травмування під час виконання кваліфікаційної роботи.

# ВИСНОВКИ

1. Проведено огляд літературних джерел з нормативних документів показники якості стічних вод підприємства та лабораторного контролю.
2. Опрацьовані методики лабораторного контролю показників якості стічної води в лабораторії ПрАТ «Карлсберг Україна» м. Запоріжжя.
3. Встановлені показники якості вихідної проточної води: рН, БСК5, вмісту хлоридів, фосфатів, Ферума загального; вони відповідають значеннями ГДК, що визначенні вимогами до складу та властивостей стічних вод, що скидаються до системи централізованого водовідведення, для безпечного їх відведення та очищення на очисні споруди системи централізованого водовідведення, що затверджено наказом міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 316 від 01.12.2017.

# ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Результати практичної роботи можуть використовуватися в майбутньому для планування технічного обслуговування очисних споруд. Отримані результати показують на стабільність роботи очисних споруд. Отримані в роботі результати можуть бути впроваджені в навчальний процес закладів професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти. А саме в такі дисципліни, як «Екологія», «Органічна хімія», «Аналітична хімія».

# ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Болгова О.С., Саприкіна М.М., Муравйов В.Р., Гончарук В.В. Прихована загроза у питній воді: життєздатні некультурабельні мікроорганізми. Київ : Академперіодика, 2022. 134 с.
2. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води : підручник. Київ : Вища школа, 2015. 671 с.
3. Мошель М.В., Шевченко О.О. Раціональне використання та охорона водних ресурсів: курс лекцій. Чернігів: ЧДІЕУ, 2017. 365 с.
4. Панасенко Т.В., Омельянчик Л.О. Хімічний аналіз якості води : методичні вказівки до самостійної роботи для студентів біологічного факультету напряму підготовки «Хімія». Запоріжжя: ЗНУ, 2011. 38 с.
5. Мураєва О.О. Конспект лекцій з дисципліни «Фізико-хімічні методи аналізу води» (для студентів 2-3 курсів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 – Гідротехніка (водні ресурси)). Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 64 с.
6. Jarvis W.T. Water scarcity: Moving beyond indexes to innovative institutions. *Groundwater*. 2013. Vol. 51. P. 663-669.
7. Ткачов В.О. Водопідготовка в системах ТГП і В : конспект лекцій. Харків : ХНАМГ, 2012. 50 с.
8. Троянський О.І. Моніторинг якості води. Житомир: Волинь, 2004. 192 с.
9. Методичний посібник з визначення якості води /За ред. В.І. Назаренко. Київ : 2002. С. 6.
10. Бойчук Ю., Солошенко Е., Бугай О. Екологія і охорона навколишнього середовища. 2023. 316 с.
11. Рудько Г.Л. Техногенні чинники формування хімічного складу річкових вод Одеської області. *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. 2015. № 3. С. 40-47.
12. Ohlsson L. Water conflicts and social resource scarcity. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*. 2000. Vol. 25.   
    P. 213-220.
13. Н.А. Мєшкова-Клименко, І.В. Косогіна, Н.М. Толстопалова. «Технологія та обладнання одержання питної та технічної води. Конспект лекцій». Національний технічний університет України. «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» : Київ : КПІ, 2019. 141с.
14. Петрук В., Васильківський І., Петрук Р. Технології захисту навколишнього середовища. Київ, 2019. 298 с.
15. Patrick R., Palavage. D. M. The Value of Species as Indicators of Water Quality. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 1994.   
    Vol. 145. P. 55-92.
16. Jensen O., HuijuanW. Urban water security indicators: Development and pilot. *Environmental Science & Policy*. 2018.Vol. 83. P. 33-45.
17. Damkjaer S., Taylor R. The measurement of water scarcity: defining a meaningful indicator. *Ambio*. 2017. Vol. 15. P. 1-9.
18. Кизима P.A. Основні фактори впливу міста на навколишнє середовище. Рівне. 2005. Розділ 7. С. 186.
19. McDonald R., Weber K., Padowski J., Flörke M., Schneider C.,   
    Green P., Gleeson T. Water on an urban planet: urbanization and the reach of urban water infrastructure. *Global Environ. Change*. 2021. Vol. 27. P. 96-105.
20. Регіональні екологічні проблеми України. Київ : КНЕУ, 2015. Т. 12. 568 с.
21. De Graaf I.E.M., van Beek L.P.H., Wada Y., Bierkens M.F.P. Dynamic attribution of global water demand to surface water and groundwater resources: Effects of abstractions and return flows on river discharges. *Advances in Water Resources*. 2014. Vol. 64. P. 21-33.
22. Juwana I., Muttil N. and Perera B.J.C. Indicator-based water sustainability assessment ‒ A review. *Science of the Total Environment*. 2012. Vol. 438. P. 357-371.
23. Norman E., Dunn G., Bakker K., Allen D., Albuquerque R. Water security assessment: integrating governance and freshwater indicators. W*ater Resour. Manage*. 2014. Vol. 27. P. 535-551.
24. Стратегія використання ресурсів питних підземних вод для водопостачання / за ред. Е. А. Ставицького, Г. І. Рудька, Є. О. Яковлєва. - Т. 1. - Київ-Чернівці, 2011. - 347 с.
25. Brauman K.A., Richter B.D., Postel S., Malsy M., Flörke. M. Water depletion: An improved metric for incorporating seasonal and dry-year water scarcity into water risk assessments. *Elementa Science of the Anthropocene*. 2016. Vol. 4.   
    P. 1-12.
26. Issaoui M., Limousy L. Low-cost ceramic membranes: synthesis, classifications, and applications. Comptes rendus chimie. 2019. V. 22. Р. 175–187.
27. Achiou B., Elomari H., Ouammou1 M. et al. Study of added starch on characteristics of flat ceramic microfiltration membrane made from natural Moroccan pozzolan. *Journal of materials and environmental science*. 2018. V. 9. Р. 1013 - 1021.
28. Омельянчик Л.О., Синяєва Н.П., Коваленко І.А. Метрологія і стандартизація: Метрологія : навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів біологічного факультету напряму підготовки «Хімія» денної та заочної форми навчання. Запоріжжя: ЗНУ, 2011. 80 с.
29. ХІ Всеукраїнська науково-практична конференція «Вода в харчовій промисловості» : збірник тез доповідей ХІ Всеукраїнської науково-практичної конференції. 20-21 березня 2020 р., Одеса, ОНАХТ. Одеса: ОНАХТ, 2020.   
    125 с.
30. П.І.Гвоздяк. «Біохімія. Біотехнологія води». Київ : Видавничий дім Києво-Могилянська академія, 2019, 228с.
31. Бойко В.О., Поржезінський Ю. Г. Водопідготовка в промислових котельнях. Київ : ЮНІДО, 2015, 52 с.
32. Пшинко Г.М., Гончарук В.В. Наукові засади прогнозування поводження радіонуклідів у довкіллі та при дезактивації водних середовищ. Київ : Наукова думка, 2019, 407с.
33. ДБН В.2.5.-77:2014. Котельні. К., Держбуд України, 2014. 53 с.
34. Saponarono S., Sezenna E., Klimenko N., Kozyatnyk I. Filtration materials for Groundwater. London, IWA Publishing, Alliance House, 2023. 130 p.
35. Трис І., Галиш В., Скиба М. Нові високоефективні методи очищення води від розчинних та нерозчинних полютантів. 2020. 272 с.
36. Інтенсивні технології в аквакультурі / Р. Коненко та ін. 2020. 498 с.
37. Екологічні проблеми водного середовища України та шляхи їх подолання. URL: http://www.novaecologia.org/voecos1431-1.html (дата звернення: 10.12.2023)
38. [Рижков С.С.](https://knushop.com.ua/books?mfp=16-avtor%5b%D0%A0%D0%B8%D0%B6%D0%BA%D0%BE%D0%B2%20%D0%A1.%D0%A1.%5d)[Луняка К.В.](https://knushop.com.ua/books?mfp=16-avtor%5b%20%D0%9B%D1%83%D0%BD%D1%8F%D0%BA%D0%B0%20%D0%9A.%D0%92.%5d)[Самохвалов В.С.](https://knushop.com.ua/books?mfp=16-avtor%5b%20%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D1%85%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2%20%D0%92.%D0%A1.%5d)[Літвак С.М.](https://knushop.com.ua/books?mfp=16-avtor%5b%20%D0%9B%D1%96%D1%82%D0%B2%D0%B0%D0%BA%20%D0%A1.%D0%9C.%5d) Обробка технологічних рідин та стічних вод. Київ : 2021.
39. Поп C.C., Шароді І.С., Шароді В.В. Моніторинг навколишнього природного середовища: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Ужгород: УжНУ, 2020. 82 с.
40. ДСТУ ISO 5667-1-2003. Якість води. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо основних положень програм відбирання проб. [Чинний від 2004-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2003.
41. ДСТУ ISO 5667-2-2003. Якість води. Відбирання проб. Частина 2. Настанови щодо техніки відбирання проб. [Чинний від 2004-07-01]. Київ : Держстандарт України, 2003.
42. ДСТУ ISO 5667-3-2003. Якість води. Відбирання проб. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами. [Чинний від 2004-12-28]. Київ : Держстандарт України, 2002.
43. ДСТУ ISO 5667-4-2003. Якість води. Відбирання проб. Частина 4. Настанови щодо відбирання проб із озер, штучних і природних водойм. [Чинний від 2004-07-01]. Київ : Держстандарт України, 2002.
44. ДСТУ ISO 5667-5-2009. Якість води. Відбирання проб. Частина 5. Настанови щодо відбирання проб питної води та води, яку використовують у харчовій промисловості. [Чинний від 2011-07-01]. Київ : Держстандарт України, 2009.
45. ДСТУ ISO 5667-6-2009. Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб води з річок і струмків. [Чинний від 2011-07-01]. Київ : Держстандарт України, 2009.
46. ДСТУ ISO 5667-7-2011. Якість води. Відбирання проб. Частина 7. Настанови щодо відбирання проб у котельних. . [Чинний від 2011-07-01]. Київ : Держстандарт України, 2011.
47. ДСТУ ISO 5667-10-2005. Якість води. Відбирання проб. Частина 10. Настанови щодо відбирання проб стічних вод. [Чинний від 2007-01-01]. Київ : Держстандарт України, 2005.
48. ДСТУ ISO 5667-14-2005. Якість води. Відбирання проб. Частина 14. Настанови щодо забезпечення якості відбирання та обробляння проб природних вод. [Чинний від 2006-01-01]. Київ : Держстандарт України, 2005.
49. ДСТУ 7528:2012. Методи приготування титрованих розчинів для кислотно-основного титрування. [Чинний від 2013-03-01]. Київ : Держстандарт України, 2012.
50. ДСТУ 27384:2005. Вода. Норми похибки вимірювань показників складу і властивостей. [Чинний від 2006-04-01]. Київ : Держстандарт України, 2005.
51. ДСТУ 4077-2001. Якість води. Визначення рН. [Чинний від 2003-07-01]. Київ : Держстандарт України, 2002.
52. ДСТУ-Н РМГ 76:2008 Внутрішній контроль якості результатів кількісного аналізу. [Чинний від 2009-01-01]. Київ : Держстандарт України, 2008.
53. ДСТУ ISO 6778:2003 Якість води. Визначення амонію. Потенціометричний метод (ISO 6778-1984, IDT). [Чинний від 2004-10-01]. Київ : Держстандарт України, 2003.
54. CSN EN 12952-12:2003. Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 12. Requirements for boiler feedwater and boiler water quality.
55. Ceramic monolith as microfiltration membrane: Preparation, characterization and performance evaluation / M. Arzani, H.R. Mahdavi, M. Sheikhi et al. Applied clay science. 2018. V. 161. Р. 456–463.
56. Екоінструмент. InoLab Multi 9310 IDS. URL: https://www.ecoinstrument.com.ua/catalog/fiziko\_khimicheskiy\_analiz/mnogoparametrovye\_pribory/inolab\_multi\_9310\_ids\_laboratorniy\_multiparametroviy\_prilad/ (дата звернення: 17.11.2023).
57. Alkalinity Control. URL: https://www.wilhelmsen.com/product-catalogue/products/marine-chemicals/water-treatment-chemicals/boiler-water-treatment/alkalinity-control-25-ltr/ (дата звернення: 17.11.2023).
58. 111138 Supelco Phosphate Test. URL: https: //www.merckmillipore. com/INTL/en/product/Phosphate - Test,MDA\_CHEM 111138?ReferrerURL= https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F (дата звернення: 17.11.2023).
59. ДСТУ ISO 9297:2007 Якість води. Визначення хлоридів. Титрування нітратом срібла із застосуванням хромату як індикатора (метод Мора). [Чинний від 2009-01-01]. Київ : Держстандарт України, 2007.
60. Shimadzu Europa GmbH Analytical and Measuring Instruments. UV-1280. URL: https://www.shimadzu.ru/uv-1280 (дата звернення: 17.11.2020).
61. ДСТУ 7274:2012 Хімічні реактиви. Реактиви, розчини для аналізу та матеріали допоміжні. Методи готування. [Чинний від 2013-03-01]. Київ : Держстандарт України, 2012.
62. ДСТУ ГОСТ 27025:2009 Реактиви. Загальні вказівки з проведення випробувань. [Чинний від 2009-02-01]. Київ : Держстандарт України, 2009.
63. Кобевник В.Ф. Охрана труда. Київ : Вища школа, 1990. 286 с.
64. Основи охорони праці : навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України / [ред. Б.М. Коржика]. Харків : ХДАМГ, 2012. 105 с.
65. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Запарний В. В. Охорона праці та промислова безпека : навчальний посібник. Київ : Основа, 2016. 448 с.
66. Olesia Kornilova, Maria Nanieva, Oksana Pozharova, Radmila Pidlypna, Mariya Kovach. Implementation of state social policy in the sphere of state financial guarantees of public health services. *Periódico do Núcleo de Estudos 86 e Pesquisas sobre Gênero e Direito Centro de Ciências Jurídicas. Universidade Federal da Paraíba.* V. 9. Nº 04. Ano 2020. Р.240-255.
67. Керб Л.П. Основи охорони праці : навчальний посібник. Київ : КНЕУ, 2013. 215 с.
68. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В. В. Основи охорони праці : підручник. 3е видання, доповнене та перероблене. / За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. Київ: Основа, 2022. 448 с.
69. Москальова В.М. Основи охорони праці : підручник. Київ : ВД «Професіонал», 2015. 672 с.
70. Грибан В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2019. 280 с.
71. Пожарова О.В., Корнілова О.В. Регулювання праці окремих категорій працівників : навч.-метод. посібник. Одеса : Фенікс, 2018. 144 с.
72. Трюхан О.А. Профілактика нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань. *Електронне наукове фахове видання «Порівняльно-аналітичне право»*. 2018. № 2 С.33-35.
73. Чанишева Г.І. Право на охорону праці. Велика українська енциклопедія. 2020: Право соціального забезпечення / редкол.: М.І. Іншин, (голова), О.М. Ярошенко (заступник голови), Н.М. Хуторян, Г.І. Чанишева, Н.М. Вапнярчук. Київ : «Видавництво Людмила». 2020. С. 578-583.
74. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі. Загальні вимоги : навчальний посібник. Київ: Основа, 2011. 551 с.

**Декларація**

**академічної доброчесності**

**здобувача ступеня вищої освіти ЗНУ**

Я,Cвириденко Аліна Петрівна, студентка 2 курсу, заочної форми навчання, факультету біологічного, спеціальність 102 Хімія, освітня програма Хімія, адреса електронної пошти alinasvyrydenko39@gmail.com, підтверджую, що написана мною кваліфікаційна робота на тему «Хімічні та біологічні показники якості стічних вод підприємства «Приватне акціонерне товариство «КАРЛСБЕРГ УКРАЇНА» відповідає вимогам академічної доброчесності та не містить порушень, що визначені у ст. 42 Закону України «Про освіту», зі змістом яких ознайомлена;

– заявляю, що надана мною для перевірки електронна версія роботи є ідентичною її друкованій версії;

‒ згодна на перевірку моєї роботи на відповідність критеріям академічної доброчесності у будь-який спосіб, у тому числі за допомогою інтернет-системи, а також на архівування моєї роботи в базі даних цієї системи.

Дата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Підпис\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ПІБ (студент) Свириденко А.П.

Дата\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Підпис\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ПІБ (науковий керівник) Луганська О.В.