

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

**Кваліфікаційна робота
бакалавра**

на тему ОСОБЛИВОСТІ ІММОБІЛІЗОВАНОГО БІОЦЕНОЗУ
АКТИВНОГО МУЛУ МІСЬКИХ ОЧИСНИХ СПОРУД

**PECULIARITIES OF THE IMMOBILIZED ACTIVE SLUDGE BIOCENOSIS OF
URBAN SEWAGE TREATMENT PLANTS**

Виконала: студентка 4 курсу, групи 6.1019

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми

Екологія, охорона навколишнього середовища та
збалансоване природокористування

_____ Лапченкова М.Ю.

Керівник _____ доцент, доцент, к.б.н. Домбровський К.О.

Рецензент _____ доцент, доцент, к.б.н. Воронова Н.В.

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
д.б.н., проф.

О.Ф. Рильський

« 16 » листопада 2022 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ Лапченкової Марії Юріївни

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи Особливості іммобілізованого біоценозу активного мулу міських очисних споруд

керівник роботи Домбровський Костянтин Олегович доц., к.б.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом ЗНУ від « 06 » 02 2023р. № 221-с

2. Строк подання студентом роботи « 08 » червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи:

Аналіз видового складу та кількісних показників гідробіоценозу перифітону волокнистого носія аеротенку очисних споруд м. Запоріжжя та встановлення трофічної структури угруповання перифітону очисної споруди.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): огляд наукової літератури, матеріали та методи дослідження, експериментальна частина, охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): таблиць, рисунків

6. Консультанти розділу роботи

Розділ	Прізвище, ім'я, по-батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Костюченко Н.І., к.б.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 16 листопада 2022 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	лютий 2023	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	березень 2023	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	березень – квітень 2023	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту (таблиці, рисунки). Написання відповідного розділу роботи.	квітень – травень 2023	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи.	травень – червень 2023	Виконано
6.	Передзахист роботи.	червень 2023	Виконано
7.	Рецензування кваліфікаційної роботи	червень 2023	Виконано

Студентка

М.Ю. Лапченкова

Керівник роботи

К.О. Домбровський

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

Н.І. Костюченко

РЕФЕРАТ

У роботі 69 сторінок, 11 таблиць, 3 рисунки, було використано 35 літературних джерел, із них 6 іноземною мовою.

Об'єктом дослідження є: біоценоз активного мулу очисних споруд ЦОС-1 в м. Запоріжжя, який іммобілізований на капроновому носії.

Предметом дослідження є: гідробіоценоз активного мулу очисних споруд м. Запоріжжя.

Методи досліджень: визначення кількісного та якісного складу перифітону аеротенку очисної споруди за загальноприйнятими методиками.

Метою кваліфікаційної роботи є: вивчити видовий склад та структурну організацію перифітону волокнистого носія «ВІЯ» аеротенку очисних споруд м. Запоріжжя.

Перифітон волокнистого носія «ВІЯ» аеротенку складався з 43 видів, які відносяться до 7 таксономічних груп. Найбільшою кількістю видів була представлена група інфузорій (29 видів), 5 видами представлена група амеб. Коловертки представлені 4 видами, а джгутикові – 2 таксонами. Інші виявлені таксономічні групи біоценозу (черепашкові амеби, олігохети та гастротрихи) були представлені по одному таксону. Трофічна ланка перифітону аеротенку очисної споруди м. Запоріжжя виглядає наступним чином бактерії → консументи 1-го порядку → консументи 2-го порядку.

Середня щільність консументів 1-го порядку складає 23610 екз/мл, що становить 71,6% від загальної щільності. Середня щільність консументів 2-го порядку була значно меншою і складала 9385 екз/мл (28,4%), що в 2,5 рази менше щільності консументів 1-го порядку.

ПЕРИФІТОН, ВОЛОКНИСТИЙ НОСІЙ «ВІЯ», ОЧИСНІ СПОРУДИ,
БІОЦЕНОЗ

ABSTRACT

In the work 69 pages of printed text, 11 pictures, were used 35 literary sources, including 6 in a foreign language.

The object of the research is biocenosis of active sludge of sewage treatment plant COS-1 in Zaporozhye, which is immobilized on a kapron carrier. The subject of the study is hydrobiocenosis of active sludge of sewage treatment plants in Zaporizhzhia.

Research methods: determination of the quantitative and qualitative composition of the periphyton of the aeration tank of the sewage treatment plant according to generally accepted methods.

The purpose of the qualification work is to study the species composition and structural organization of the periphyton of the fibrous carrier "VIYA" of the aerotank of the sewage treatment plant in Zaporizhzhia.

Theoretically and experimentally determined: the periphyton of the fibrous carrier "VIYA" of the air tank consisted of 43 species and forms belonging to 7 taxonomic groups. The group of infusoria was represented by the largest number of species (29 species), the amoeba group was represented by 5 species. The group of rotifers is represented by 4 species, and flagellates – by 2 taxa. Other identified taxonomic groups of the biocenosis (shell amoebae, oligochaetes and gastrotrichs) were represented by one taxon. The trophic link of the periphyton of the aerotank of the sewage treatment plant in Zaporizhzhya is as follows: bacteria → consumers of the 1st order → consumers of the 2nd order.

The average density of consumers of the 1st order is 23,610 copies/ml, which is 71.6% of the total average density of the biocenosis. The average density of consumers of the 2nd order was much lower and amounted to 9385 ex/ml (28.4%), which is 2.5 times less than the average density of consumers of the 1st order.

PERIPHYTON, FIBROUS CARRIER "VIYA", WASTEWATER BUILDINGS, BIOCENOSE

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	8
1.1 Біологічне очищення стічних вод.....	8
1.2 Мікробіологічні основи очищення води.....	21
1.3 Центральні очисні споруди № 1 м. Запоріжжя та їх характеристика.....	25
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	33
2.1. Методика виконання гідробіологічного аналізу активного мулу.....	33
2.1.1. Відбір проб для гідробіологічного аналізу.....	35
2.1.2. Техніка мікроскопіювання	38
2.1.3. Методи кількісного обліку організмів.....	39
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	42
3.1. Характеристика складу стічних вод ЦОС-1.....	42
3.2. Структурна організація гідробіоценозу активного мулу очисних споруд м. Запоріжжя.....	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	55
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	62
ДОДАТКИ.....	66

ВСТУП

Актуальність теми: небажаним наслідком господарської діяльності людини стало порушення природної рівноваги в багатьох водоймищах та погіршення в них якості води. Промислові й побутові стоки, що потрапляють у природні об'єкти, характеризуються високим рівнем вмісту забруднювальних речовин, значною кількістю токсикантів.

Мета роботи: вивчити видовий склад та структурну організацію перифітону волокнистого носія «ВІЯ» аеротенку очисних споруд м. Запоріжжя.

Для досягнення мети роботи потрібно виконати наступні завдання:

1. Встановити видовий склад та кількісні показники гідробіоценозу перифітону волокнистого носія аеротенку очисних споруд м. Запоріжжя.
2. Встановити трофічну структуру угруповання перифітону очисної споруди.
3. Дослідити трофічні рівні біоценозу та середню щільність трофічних груп перифітону очисної споруди міста.

Об'єктом дослідження є: біоценоз активного мулу очисних споруд ЦОС-1 в м. Запоріжжя, який іммобілізований на капроновому носії.

Предметом дослідження є: гідробіоценоз активного мулу очисних споруд м. Запоріжжя.

Методи дослідження: визначення кількісного та якісного складу перифітону аеротенку очисної споруди за загальноприйнятими методиками.

1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Біологічне очищення стічних вод.

Якісним очищенням стічних вод вважається процес вилучення забруднень відпрацьованих побутових та промислових стоків шкідливих для здоров'я людини і навколишнього середовища. При виборі методів очищення стічних вод, враховують склад відпрацьованої на виробництві або використаної в побутових цілях води.

Стічні води це – водні системи, насичені речовинами, які були утворені внаслідок господарської та виробничої діяльності, стали не придатними для зворотних процесів через зміну первинного хімічного складу та втрату фізичних властивостей й стали не придатними для зворотних процесів. Складові компоненти промислових стічних вод різноманітні, кількість зумовлена продуктивністю технологічних процесів але характеристика залежить від типу виробництва забруднювача. [1].

Контроль за якісним складом води здійснюється на всіх етапах очищення стічних вод. Також відбувається аналіз складу стічної води при якому визначається концентрація забруднюючих сполук розраховується якісний і кількісний склад речовин. Проводиться аналіз визначення органолептичних показників, оптичної густини, рН, температури та визначається вміст органічних речовин у стічній воді, які потрібні для контролю роботи очисних споруджень, повторного використання стічних вод у технологічних процесах, а також можливість скидати очищену у водойми. Для того щоб визначити вміст органічних речовин використовують такі ознаки як хімічне й біохімічне споживання кисню. При хімічному споживанні тиску відбувається окислення забруднюючих речовин які знаходяться у стічних водах, 0,25% розчином дихромату калію при кип'ятінні проби протягом 2 годин в 50% (за об'ємом) розчині сірчаної кислоти.

Цей метод широкопоширений за рахунок простоти у використанні та автоматизації. Біохімічне споживання кисню вимірюється кількістю кисню, яку витрачають мікроорганізми при аеробному біологічному розкладанні речовин, які знаходяться в стічних водах при нормальних умовах за певний період часу. При вимірюванні тільки одного з показників якості стічної води не можливо оцінити доступність для біологічного очищення і якість кінцевого очищення води. Визначення деяких сполук хімічного споживання кисню може бути неможливим, навіть при тому що ці сполуки придатні для біохімічного визначення кисню й навпаки. Можно зробити висновок, що для визначення якості стічних вод необхідно використовувати обидва методи [2].

Високе значення у відтворенні якості води мають представники тваринного світу, а саме певні групи безхребетних – вільноживучі одноклітинні та дрібні багатоклітинні такі як коловертки, нематоди, ракоподібні тощо. Безхребетні тварини приймають активну участь в трансформації речовин і енергії, сприяючи біологічному очищенню води та поновленню її якості. В біореакторах очищення води домінуючими є бактерії. Кількість найпростіших та інших безхребетних, які формують трофічні ланцюги значно менша. На даний час роль безхребетних в очищенні забрудненої води вивчена недостатньо і не виявлено які групи безхребетних краще використовувати в процесах відновлення якості води та які необхідно створити умови для досягнення високого рівня якості очищення води. Наприклад мідії, які за добу фільтрують велику кількість води, приблизно 45–50 літрів води та живі істоти, що входять до складу гідробіоценозів, є структурною одиницею водної екосистеми. Ця екологічна система обов'язково має містити в собі популяції дроб'янок, рослин і тварин, що заселяють певні біотопи. В ній повинні бути деструктори, продуценти і консументи. З усього різноманіття компонентів гідробіоценозу не всі відіграють однакову роль в процесах очистки води через неоднакову щільність популяцій. За цим показником їх поділяють на домінантів, субдомінантів, адомінантів та випадково занесених у гідробіоценоз [3]. Згідно з системою, С.А. Карпового

виділяють наступні таксони, представники яких приймають найбільшу участь в очищенні води – це типи: *Euglenozoa*, *Rhizopoda*, *Ciliophora* та *Heliozoa*. В типі *Euglenozoa* (Евгленові) на увагу заслуговують представники класів: *Euglenoidea*, *Diplonemea* та *Kinetoplastidea*. До класу *Kinetoplastidea* (кінетопластиди) входить велика група гетеротрофних джгутиконосців, які очищують воду від забруднення живлячись мікробною фауною очисних споруд. *Rhizopoda* (саркодові) – це переважно бентосні та епіперифітонні організми. Осідаючи на дно, вони очищають воду від забруднень. Суттєво впливають на процес біологічного очищення побутових стоків та здійснюється представниками типу *Ciliophora*, які живляться бактеріями та водоростями. Майже в усіх прісноводних гідроценозах представники типів *Nemathelminthes* (первиннополосні черви) і *Rotatoria* (Коловертки), зустрічаються постійно. Вони відіграють важливу роль у відновленні якості води після того, як у водоймах зростає маса бактерій та найпростіших. Якщо біомаса, представлена бактеріями, одноклітинними та колоніальними водоростями, а також рослинним та тваринним детритом то до трофічних ланцюгів залучають коловертки і круглих червів [2].

Очищення води, передбачає зменшення кількості або видалення з неї забруднювальних органічних речовин а також знищення хвороботворних бактерій та вірусів. Серед сучасних методів знешкодження промислових і побутових стічних вод найбільш екологічно безпечними являються біологічні [1].

Біологічне очищення основане на природних процесах, де важливу роль відіграє здібність гетеротрофних мікроорганізмів використовувати для живлення органічні та неорганічні речовини в стічних водах. При контакті з цими сполуками, мікроорганізми частково їх руйнують, перетворюючи на воду, аніони та катіони деяких металів, отримуючи енергію. Мікроорганізми швидко скупуються та утворюються в колонії, що дозволяє легше відділити їх від очищеної води [1].

Особливість цієї технології – багатоступеневе анаеробно-аеробне очищення стічних вод з використанням іммобілізованих мікроорганізмів. Основні переваги цього методу полягають у можливості підвищити ефективність очищення стічних вод від високомолекулярних органічних і неорганічних речовин та зменшити витрати електроенергії на очищення, підвищити надійність роботи очисних споруд в умовах добових, сезонних змін витрат стічних вод, надходжень токсичних речовин, зменшити об'єми утворених осадів і витрати на їх зневоднення та утилізацію [4].

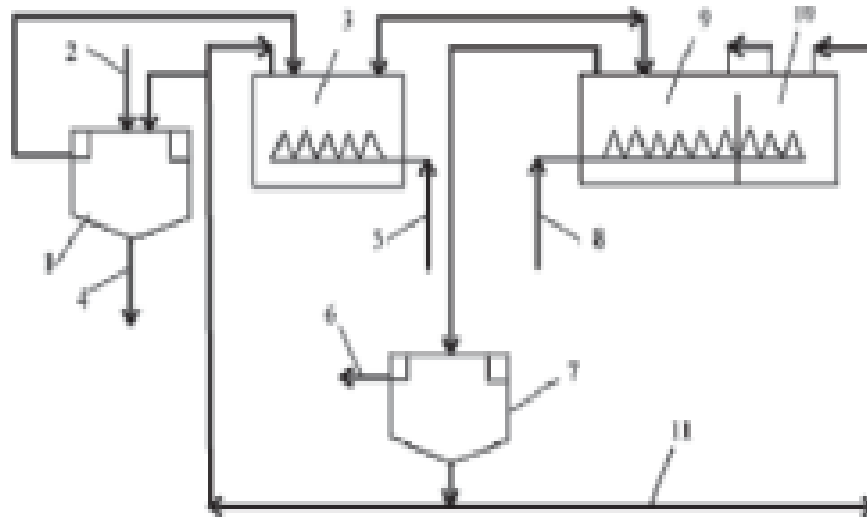


Рисунок 1.1 – Схема установки для біологічного очищення стічних вод:
 1 – первинний відстійник; 2 – входні стічні води на очищення; 3 – преаератор;
 4 – осад; 5, 8 – повітря; 6 – очищені стічні води; 7 – вторинний відстійник;
 9 – аеротенк; 10 – регенератор; 11 – активний мул.

Завдяки біологічному методу очищення, можна використовувати активність ферментних систем живих організмів та руйнувати різні органічні сполуки такі як: вуглець, водень, кисень, азот, сульфур, фосфор. Деструкція складних органічних молекул супроводжується спрощенням їх структури шляхом відщеплення окремих фрагментів. Домішки, що наявні в побутових і промислових стічних водах, під час біохімічних перетворень розкладаються

повністю. Також, біохімічну обробку використовують для окиснення й відновлення комплексних сполук з подальшим видаленням важких металів змінної валентності [3].

Існують декілька типів біологічних пристроїв по очищенню стічних вод такі, як: біофільтри, біологічні ставки й аеротенки.

Аеротенки це – споруди, в яких здійснюється біологічна очистка стічних вод в умовах безперервної штучної аерації за допомогою вільноплаваючого активного мулу. Активний мул нагадує дрібні пластівці чорного чи коричневого кольору розміром 2–3 мм. Аеротенки відносяться до гомогенних біореакторів. Очищення води в аеротенку відбувається процес протікання аерованої суміші стічної води й активного мулу. Активний мул характеризується пластинчастою структурою, являючи собою сукупність мікроорганізмів таких як нитчасті бактерії, бактерії-нітрифікатори і найпростіші, які мають набір ферментів для видалення забруднювачів із стоків [1]. Процес очищення в аеротенку відбувається як безперервна ферментація шкідливих речовин. Утворені нитчастими бактеріями, частинки активного мулу, з одного боку, формують адсорбційний скелет, навколо якого виникають флокули, з іншого – запобігають утворенню піни та стимулюють осадження. Мутність стоків зніжують найпростіші поглинаючі бактерії. Нитчасті бактерії, які знаходяться у флокульній суміші активного мулу, руйнують органічні речовини й забезпечують швидке їх осадження у відстійниках, де утворюється ущільнений мул [5].

Далі стічна вода потрапляє до відстійника. У відстійнику зважені частки випадають в осад, для пришвидшення процесу можливе додавання частини надлишкового мулу. Потім очищена вода надходить у преаerator-усереднювач, у який відводять мул із вторинного відстійника. На цьому етапі попередньо відбувається аерація протягом 5–20 хв. За потребою в преаerator можуть бути введені домішки, які нейтралізують або живильні речовини. Наступний етап полягає у подачі стічної води в аеротенк, де відбувається циркуляція активного мула [1].

Етапи біохімічних процесів, які відбуваються в аеротенку:

- інтенсивне споживання кисню стимулює адсорбцію активного мулу органічних речовин і мінералізацію легко-окислювальних речовин
- процес окислення повільно-окислюючих органічних речовин, які повільно окисляються, регенерацією активного мулу.

Зазвичай аеротенк ділиться на регенератор, який складає 25% від загального обсягу і власне аеротенк, де відбуваються основні процеси очищення. Регенератор дає можливість очищувати більш забруднені і концентровані стічні води та збільшити продуктивність агрегату. В стічній рідині яка потрапляє в аеротенк вміст зважених часток повинен бути не більше 25 мг/л нафтопродуктів. Температура води, що очищається, повинна коливатися від 6°C до 30°C, а рН у межах 6,5–9. Після контакту з мулом стічна вода надходить у вторинний відстійник, де відбувається відділення мулу від води. частину мулу повертається в аеротенк, а його надлишок направляють у преаератор. Аеротенк має вигляд відкритого басейну, обладнаний приладами для примусової аерації.

Аеротенки поділяються за головними ознаками:

- за гідродинамічним режимом поділяються на аеротенки-витискувачі, аеротенки-змішувачі й аеротенки проміжного типу (з розосередженою подачею стічних вод);
- за способом регенерації активного мулу аеротенки бувають з окремою регенерацією й без неї;
- за навантаженням на активний мул поділяють на високонавантажені, звичайні, і низьконавантажені;
- за кількістю ступенів поділяють на одноступінчаті, двохступінчаті, і багатоступінчасті;
- за режимом введення стічних вод розрізняють проточні, напівпроточні, з перемінним робочим рівнем, і контактні;

– за конструктивними ознаками [1].

Найбільш розповсюджені аеротенки це витискувачі – змішувачі, зі змішаними режимами. Воду й мул подають у початок спорудження, в а суміш відводиться на кінець аеротенка – витискувача. Режим потоку, який теоретично використовують – подовжнього перемішування, поршневий. Практично використовують подовжнє перемішування. Завдяки підвищеній концентрації забруднень відбувається пришвидшення окиснення на початку процесу. За рахунок зміни складу води по всій частині аеротенку ускладнюється адаптація мулу і знижується його активність. В аеротенках – змішувачах воду й мул додають рівномірно та одночасно продовж сторін коридору аеротенка. Біологічне очищення дозволяє руйнувати тільки прості органічні й амонійні сполуки. Очищення активним мулом не передбачує повне знищення іонів важких металів таких як кадмію, хрому, нікеля, свинецю, ртуті) [1]. Біологічне видалення азоту відбувається у чотири етапи:

1. амоніфікація;
2. мікробіологічна нітрифікація іонів амонію до нітритів (*Nitrosomonas*);
3. мікробіологічне окислення нітритів до нітратів (*Nitrobacter*).

Із зменшенням навантаження на очисні споруди вік активного мулу збільшується, а чисельність нітрифікаторів росте. Їх активність найбільш висока за умов рН середовища в інтервалі від 7,5 до 8,5. У більш кислому чи лужному середовищі процес нітрифікації призупиняється [1].

Суміш стічної рідини аерується з активним мулом по всій довжині аеротенку це необхідне не тільки для того, щоб забезпечити мікроорганізми мінералізатори достатньою кількістю кисню, але підтримати мул у завислому стані. Кисень надходить в аеротенк повітродувками або засмоктується з атмосфери. Аераційна система представлена комплексом інженерного встаткування, яка забезпечує подачу й розподіл повітря (кисню) в аеробних зонах аеротенків для створення необхідного кисневого режиму, щоб забезпечити реалізацію біохімічних процесів і підтримання активного мулу у

завислому стані (у цьому випадку мова йде тільки про кількість повітря) й постійне перемішування стічної води з мулом. Забезпечують необхідний кисневий режим аеротенків, витрати на електроенергію, яка споживається повітродувками, які входять в склад в 95 основних каналізаційних очисних споруд. В цьому випадку кількість споживаної електроенергії залежить як від КПД повітродувних агрегатів й ефективності роботи аераційної системи, та особливо від кількості кисню, який необхідний для подачі в аеротенки для забезпечення необхідної ефективності біологічного очищення. Розділяють три систем аерації: пневматичну, механічну й комбіновану. В аеротенки з пневматичною аерацією повітря надходить у рідину через аератори зазвичай фільтросного типу подається повітродувками [6].

Пневматична аерація поділяється на три типи залежно від розміру пухирців повітря а саме на дрібнобульбашкову, де розмір пухирців повітря становить 1–4 мм, середньобульбашкову розміром 5–10 мм, крупнобульбашкову розміром більше 10 мм. До дрібнобульбашкові аератори складаються з поруватх керамічних та пластмасових матеріалів та синтетичнх тканинн; до середньобульбашкових відносяться щілинні та дірчасті труби. В крупнобульбашкових аераторах використовується система «крупних пухирців», в якій аераторами є труби діаметром 30–50 мм з відкритими кінцями, опущені вертикально вниз на глибину 0,5 м від дна аеротенка. У цій системі аерації використовується кисень не тільки стислого, але й більшою мірою атмосферного повітря. Однак ця системане використовується на практиці, тому що не забезпечує надійне й інтенсивне перемішування мулової суміші [7].

Біологічний фільтр – апарат, завантажений матеріалом, що фільтрує, на поверхні якого розвиваються мікро–організми (біоплівка). Ці мікроорганізми споживають субстрат, який є «забрудненням» стічної води, що протікає через матеріал, що фільтрує. Біофільтри застосовують для очищення стічних вод хімічних виробництв. Технологічні схеми установок очищення, що включають біофільтри, аналогічні схемам установок з аеротенками мають в своєму складі

пісколовки, первинні і вторинні відстійники, реагентні господарства і так далі. Стічна вода фільтруючись залишає в ній домішки, що не осіли в первинних відстійниках, а також колоїдні і розчинені органічні речовини. Потім ці речовини сорбуються біологічної плівкою, яка покриває поверхню завантаженого в біофільтр матеріалу. Частина органічних речовин це мікроорганізми, які використовують як матеріал для збільшення своєї маси. Повітря, яке необхідне для біологічного окислення потрапляє у фільтруючий матеріал за рахунок природної або штучної вентиляції фільтра. Органічні речовини, зі стічної води віддаляються і в той же час збільшується маса активної біологічної плівки в тілі біофільтра. Потім відпрацьована плівка змивається протікаючи стічною водою і видаляється з тіла біофільтра. Для біофільтрів використовують такі матеріали як щебінь, галька міцних гірських порід, керамзит, полімери, а також пластмаси. Фільтри з розвиненою площею поверхні, працюють більш ефективно [8].

Біофільтри підрозділяють на два види: з об'ємним завантаженням та з площинним завантаженням.

Біофільтри з об'ємним завантаженням підрозділяються на типи:

- краплинні з фракціями завантажувального матеріалу великою (d) 20–30 мм заввишки шаруючи завантаження (h) 1–2 м;
- високонавантажувальні – $d = 40–60$ мм і $h = 2–4$ м;
- баштові (великої висоти) – $d = 60–80$ мм і $h = 8–16$ м.

Схема роботи краплинних біофільтрів (рис.2). Освітлена в первинних відстійниках, стічна вода, самопливом або під напором потрапляє у розподільні пристрої, з яких вона періодично подається на поверхню біофільтра у вигляді крапель або струменів. Після цього вода потрапляє в дренажну систему і далі по суцільному непроникному днищу стікає до відвідних лоткаів, які розташовані за межами біофільтра. Після цього вода надходить у вторинні відстійники, де плівка затримується і відокремлюється від очищеної стічної води. При нормальній роботі працюючих біофільтрів подібного типу результат очищення високий і може досягати по БСК₅ 90%.

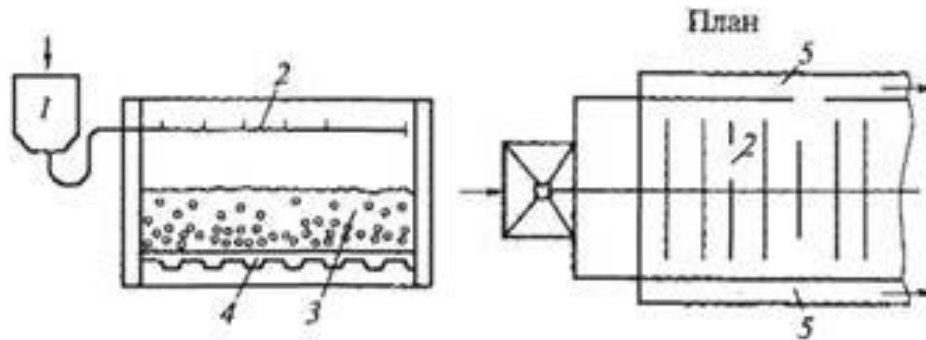


Рисунок 1.2 – Схема крапельного біофільтра: 1 – дозуючий бак; 2 – розподільна мережа; 3 – фільтруюча завантаження з шлаку, гравію, керамзиту, пластмас; 4 – дренаж; 5 – збірний лоток.

Біофільтри слід віднести до вертикальних апаратів ідеального витіснення. Якщо в аеротенку – витискувачі створюються умови для витіснення води і мікрофлори, то в біофільтрі – в основному для води і у меншій мірі для мікроорганізмів. Це приводить до накопичення по висоті завантаження різних фізіологічних груп мікроорганізмів. У біофільтрі відбувається безперервний приріст і відмирання мікроорганізмів. Очищена вода з частками біоплівки, що виносяться, поступає у вторинний відстійник [8].

Бактерії вважаються основними мікроорганізмами, які споживають субстрат стічних вод. Мікрофлора і мікрофауна біоплівки представлена плісневими грибами, черв'яками, комахами і так далі.

Надійна робота біофільтра може бути досягнута лише при рівномірному зрошуванні водою його поверхні. Зрошування, здійснюється спеціальними розподільними пристроями рухливого і нерухомого типу. Нерухомі розподільники – дірчасті жолоби або труби і розбризкувачі; до рухливих – жолоби, що коливаються, рухомі; наливні колеса і реактивні розподільники, що обертаються.

До експлуатаційних особливостей високонавантажуючих біофільтрів відносяться:

- обов'язкове зрошування всієї поверхні біофільтрів водою, що поступає, безперервно або з малими проміжками;
- підвищення навантаження по воді до 10-30м³ на 1м² поверхні фільтру в добу;
- мимовільне промивання фільтрів і введення рециркуляції у випадку високої концентрації забруднень у воді або необхідності інтенсифікації промивання завантажувального матеріалу [9].

Для збільшення продуктивності біофільтрів і підвищення якості очищеної води рекомендується вживання двоступінчастих схем. Другим рівнем можуть служити аеротенки або біологічні ставки. Для біофільтрів з площинним завантаженням запропоновані різні завантажувальні матеріали (полістирол, полівінілхлорид, поліетилен, металеві трубки, сітки, азбоцементні листи, плівки, тканини і так далі). Біофільтри з пластмасовим завантаженням використовують для очистки стічних вод коксогазових підприємств від фенолів і ціанидів, ефективність видалення яких складає відповідно 95 і 90%. Вживання завантаження з пластмас в порівнянні з об'ємними матеріалами дозволяє здійснювати ефективніше очистку стічних вод від фенолів [8].

Біологічними ставками називають штучно створені і інколи природні споруди, де відбувається біологічне очищення стічних вод, яке полягає на процесах природного самоочищення водойм.

Зараз біологічні ставки використовують для доочищення стічних вод, які пройшли біологічне очищення. Вони також використовуються і для очищення стічних вод на невеликих очисних станціях у сільській місцевості. Будують біофільтри слід віднести до вертикальних апаратів ідеального витіснення. Якщо в аеротенку – витискувачі створюються умови для витіснення води і мікрофлори, то в біофільтрі – в основному для води і у меншій мірі для мікроорганізмів. Як наслідок це приводить до накопичення різних

фізіологічних груп мікроорганізмів. У біофільтрі відбувається безперервний приріст і відмирання мікроорганізмів. Очищена вода з частками біоплівки, що виносяться, поступає у вторинний відстійник [8].

До експлуатаційних особливостей високонавантажуючих біофільтрів відносяться: на не фільтруючих чи слабо фільтруючих ґрунтах. При будівництві біоставків на фільтруючих ґрунтах влаштовуються спеціальні протифільтраційні екрани [10].

Біологічні ставки будують у формі виїмок, зазвичай їх огорожуючи земляними дамбами із середині облицьовують залізобетонними плитами, покриттям із полімерних плівок тощо. Біоставки, які розміщуються біля населених пунктів знаходяться з підвітряної сторони. Напрямок руху води у ставках при цьому повинен бути перпендикулярним до напрямку вітрів. Бувають біоставки з природною та штучною аерацією. Біоставки з природною аерацією працюють при $BCK_{\text{повн}}$ очищуваних стічних вод до 200 мг/л, якщо $BCK_{\text{повн}}$ більша необхідно проводити процес у ставках зі штучною аерацією. Якщо величина $BCK_{\text{повн}}$ більша за 500 мг/л, стічні води попередньо очищуються. За глибиною біоставки з природною аерацією складають 0,5–1 м. Добре прогрівання, освітленість і аерацію води забезпечує невелика глибина ставка [10].

Залежно від навантаження за органічними речовинами на одиницю його площі, кисневих умов і складу очищувальних стічних вод формується біоценоз біоставка. Бактерії складають основу біоценозу біоставків, але на останніх стадіях біоставків участь в процесах очищення приймають водорості. За умов нормального використання, крім повного біологічного очищення, біоставки також забезпечують високий ефект бактеріального самоочищення. Кількість кишкової палички у ставках повинна зменшуватись на 95,9–99,9%, а вміст яєць гельмінтів в очищених стічних водах має зовсім малий.

Перед тим, як вода потрапляє до біоставка необхідно передбачати механічне очищення стічних вод на решітках, у пісколовлювачах і

відстійниках. Якщо концентрація звислих речовин у стічних водах становить до 250 мг/л час фіксують ,як 0,5 год, при концентрації 250–500 мг/л – 1 год. У деяких випадках відстоювання стічних вод відбувається у біоставку першого ступеня, однак цей метод не можна вважати доцільним через проблеми з видаленням осаду з дна біоставка. Після біоставків із штучною аерацією очищені стічні води необхідно відстоювати протягом 2–2,5 год [10].

Перед подачею в контактні резервуари стічні води ретельно змішують з хлорним розчином, використовуючі змішувачі будь-якого типу. При витратах стічних вод до 1400 м³ /добу використовують йоржеві змішувачі. За рахунок більших витратах застосовують змішувачі типу лотка Паршалья. У контактних резервуарах відбувається окислення залишкових забруднень стічних вод хлором, що призводить до випадання в них осаду, кількість секцій контактних резервуарів повинна бути не меншою за 2 [11].

Кількість осаду залежить від ступеня очищення стічних вод і дезинфікуючого реагента, який використовується. Щоб підтримувати частинки у завислому стані під час перекачки суміш треба піддавати аерації [12].

По спеціальному випуску з контактних резервуарів стічні води потрапляють у водойми. На цьому етапі головним є найбільш повне змішування очищених стічних вод з водою водойми. Зцієї причини випуски влаштовують у місцях з підвищеною турбулентністю потоку. Їх треба влаштовувати за санітарними вимогами нижче границь населеного пункту за течією ріки, на відстані, попередньо узгоджуючи з місцевими органами влади та санітарного нагляду. Повне змішування очищених стічних вод з водою водойми забезпечує русловий розосереджений випуск. Таким чином швидкість течії у підвідній частині випуску повинна бути не меншою за 0,7 м/с [13].

1.2 Мікробіологічні основи очищення води.

Проблема забруднення природних об'єктів умовно – патогенними та патогенними бактеріями, техногенними відходами органічного неорганічного походження стає все більш не безпечними і негативно впливає на життя і здоров'я людей. Стічні води різноманітні за своєю природою, кількісні і якісні показники залежать від виду застосованого виробництва, сировини і технології [14]. Особливо екологічно–небезпечними є стічні води фармацевтичних підприємств яким характерна висока концентрація токсичних органічних речовин. Мікробіологічне забруднення фармацевтичних стічних поширює у довкіллі стійкість генів до антибіотиків. Сучасні технології фармацевтичного виробництва зумовлюють потужний викид у довкілля фенольних й інших небезпечних сполук [15]. Тому аналіз стічних вод, є необхідним для визначення подальшого методу їх очистки, можливості випуску води у водойми, каналізацію або повторне використання різними виробництвами [16]. У багатьох країнах світу розповсюджена біологічна очистка як основний ефективний спосіб очистки стічних вод фармацевтичного виробництва від органічних забруднювачів.

Активний мул є середою життя для шести відділів мікрофлори: бактерій, грибів, діатомових, зелених, синьо-зелених, евгленових мікроводоростей і дев'яти таксономічних груп мікрофауни: джгутиконосців, саркодових, інфузорій, первиннопорожнинних і вториннопорожнинних черв'яків, червовійкових черв'яків, коловерток, та павукоподібних. В активному мулі перебувають організми які перебувають на різних трофічних рівнях і представляють собою складну екологічну систему.

Первинні – гетеротрофні бактерії, водорості, сапрофітні гриби й сапрофітні найпростіші, організми які становлять I трофічний рівень. Вторинні – голозойні найпростіші, які складаються з окремих видів нематод, хижих

коловерток, ссисних інфузорій, тихоходок. Третинні – хижі гриби – III трофічний рівень.

Третій трофічний рівень сформован зі стійких бактеріальних штамів із відповідними харчовими потребами, видове розманіття найпростіших визначається ступенем розкладання органічних забруднюючих речовин. – Багате видове різноманіття організмів активного мулу говорить про нормальний стан біологічної системи, високу ефективність очищення і стійкість організмів до впливу токсичних стічних вод.

На несприятливий вплив біоценоз активного мулу проявляється в зниженні видового різноманіття. Більш чутливі види до несприятливого впливу можуть зникнути або різко знизити чисельність, у той час як стійкі види стають ще сильнішими. За умовою наростання негативного фактора страждають всі види біоценозу і в результаті, спостерігається максимальна чисельність стійких видів [17].

Автохтонна й алохтонна мікрофлора відкритих водойм. Мікрофлора водойм складається з двох груп мікроорганізмів: автохтонних, які постійно живуть і розмножуються у водоймі й алохтонні види, які знаходяться ззовні при забрудненні різних джерел. Мікробний склад води схожий за своїм складом на мікрофлору ґрунту, з якогонадходить вода. Більша кількість водних мікроорганізмів є широко поширеними мешканцями ґрунту. Мікроорганізми, які пристосувалися існування у воді й регулярно виявляються в ній, можна називати їх специфічною флорою води. До їх складу належать аеробні коки: мікрококи, сарцини, *Serratia marcescens*, *Bacillus cereus*, *Bacillus mycoides*, бактерії родів *Pseudomonas*, *Proteus*, *Leptospira*. Найбільш часто в них виявляють клостридії, анаеробні бактерії у незабруднених водоймах майже відсутні. Кількість мікроорганізмів у відкритих водоймах коливається в межах від декількох десятків, сотень до мільйонів, ця різниця залежить від типу водойми, ступеня його забруднення, пори року [18].

Мікрофлора водойм залежить від видового складу біоценозу, та чисельності інших живих істот речовин, які містяться в нихі кількості інших

мікроорганізмів. Найпростіші організми, які знаходяться у воді, впродовж часу знищують бактерії. Деякі мікроорганізми утворюють антибіотики і викликають загибель інших бактерій, чутливих до цих речовин. Мікроорганізми мають значну роль у кругобігу речовин у природі. Вони мають здатність розщеплювати органічні речовини при цьому утворювати субстрати, які використовуються у харчуванні іншими водними мікроорганізмами.

Основним шляхом мікробного забруднення водою являється скидання неочищених промислових відходів і стічних вод. У веснянопаводковий період кількість мікроорганізмів поверхневих стоків збільшується до 2,8–3 млн у 1 мл [17].

Можливо вторинне забруднення водопровідної мережі у період паводка. Мікрофлора господарських стічних вод складається з мікроорганізмів, які надходять з кишечника людини і тварин, які можуть мати представників нормальної та умовно-патогенної флори таких як ешерихії, ентерококи, клебсієли, клостридії, гриби роду *Candida*, інші найпростіші. Також можуть бути присутні патогенні збудники кишкових інфекцій [19].

Біологічне очищення стічних вод потрібне для повного розкладання органічних сполук у воді. Руйнування мікроорганізмами органічних речовин в аеробних і в анаеробних умовах відбувається за різним енергетичним балансом сумарних реакцій. При аеробному біоокисненні глюкози 60% енергії, що знаходиться в ній, витрачається на приріст біомаси і 40% становлять теплові втрати. Це обумовлює активний ріст аеробних мікроорганізмів. Тобто чим вища концентрація органічних речовин в оброблюваних стоках, тим вища швидкість росту мікробної маси та накопичення надлишкового активного мулу. При анаеробній деградації глюкози з утворенням метану витрачається 8% енергії на приріст біомаси, 3% складають теплові втрати а 89% переходить в метан. Анаеробні мікроорганізми потребують високої концентрації субстрату за рахунок повільного росту [19].

Ефективність процесів біоочищення залежить від температури, рН середовища, рівня живлення мікроорганізмів, від встановлення кисневого режиму і вмісту токсичних речовин.

Кількість кисню, що потрібна мікроорганізмам для біохімічного окиснення органічних речовин-забруднювачів стічних вод характеризує показник БСК. Зокрема, показник БСК₅ – важливий екологічний показник, який визначає стан природних водоймищ при окисненні органічних речовин упродовж 5 діб до початку нітрифікації [18].

Показник, який позначає біохімічне споживання мікроорганізмами кисню органічних речовин за період, який потрібен для повного перетворення забруднювачів у кінцеві продукти називається показником БСК_{повн}. Для оцінки вмісту органічних речовин у стічній воді використовують показник хімічного споживання кисню, який характеризує сумарну кількість органічних і неорганічних речовин у стічній воді та відображає кількість кисню у різних хімічних окиснювачах, які витрачаються в процесі нагрівання з метою окиснення забруднюючих речовин стічних вод [16].

Найбільша ефективність біологічного очищення вод забезпечується за:

1. температура 20-30 °С та рН середовища 5-9 (оптимальна 6,5-7,5);
2. оптимальна концентрація головних складових елементів живлення бактерій, таких як органічний вуглець, азот і фосфор .
3. кількість забруднення, яка припадає на 1 м³ очисної споруди або на 1 г біомаси чи на 1 г беззольної частини;
4. постійна концентрація розчиненого кисню не нижче 2 мг/л;
5. допустима доза токсичних речовин, яка негативно впливає на біологічні процеси [19].

Тобто мікробіологічним дослідженням називають виділення культивування та вивчення властивостей чистих культур мікроорганізмів. Чисті культури, це ті що складаються з мікроорганізмів одного виду. Ці культури використовують при діагностиці інфекційних хвороб, для визначення видової приналежності мікробів, та для отримання продуктів

життєдіяльності мікробів. Для вирощування мікроорганізмів в штучних умовах необхідні поживні середовища. На цих середовищах мікроорганізми здійснюють всі необхідні життєві процеси, тому вони мають назву «середовища для культивування»[20]. Спроможність мікроорганізмів використовувати для свого живлення органічні речовини, які необхідні для їхньої життєдіяльності – азот, фосфор, калій з різноманітних сполучень, що містяться в стічних водах.

1.3 Центральні очисні споруди № 1 (ЦОС-1) м. Запоріжжя та їх характеристика.

Перший централізований водопровід в Запоріжжі (в той час – Олександрівськ) був введений в експлуатацію в червні 1894 року. Водопроводи на правому і лівому берегах річки Дніпро увійшли до складу діючих в 1928 році.

Постачальники води завжди замислювалися над її якістю і тому в 1937 році було введено використання водопроводу Дніпровської водопровідної станції першого підйому [21].

Система міської каналізації – комплекс складних інженерних будівель, які складаються з 46 насосних станцій і двох станцій повної біологічної очистки стічних вод, які переробляють 200 тисяч кубічних метрів стоків кожного дня. [21]. Стічна вода міста проходить через систему каналізаційних колекторів і насосних станцій надходить на очисні споруди. На Центральних очисних спорудах лівого берега ЦОС–1 і Центральних очисних спорудах правого берега – ЦОС–2 стічні води проходять механічне та біологічне очищення. Завдяки механічному очищенню удаляються великі і дрібні нерозчинні елементи. В біологічному очищенні відбувається розкладання

розчинених органічних речовин, які містяться в стічних водах, завдяки життєдіяльності мікроорганізмів [22].

Центральні очисні споруди №1 призначені для очищення суміші господарсько – побутових і близьких по складу до них виробничих стічних вод лівобережної частини міста Запоріжжя. Проектна потужність очисних споруд – 280 тис. м³/добу на якість стоків, яка була в 2002 році. Фактична середня кількість стічних вод, що надходять на очищення на споруди 95–110 тис. м³/добу. Очищені стічні води скидаються в ріку Дніпро глибинним розсіюючим випуском, рис. 1.3.

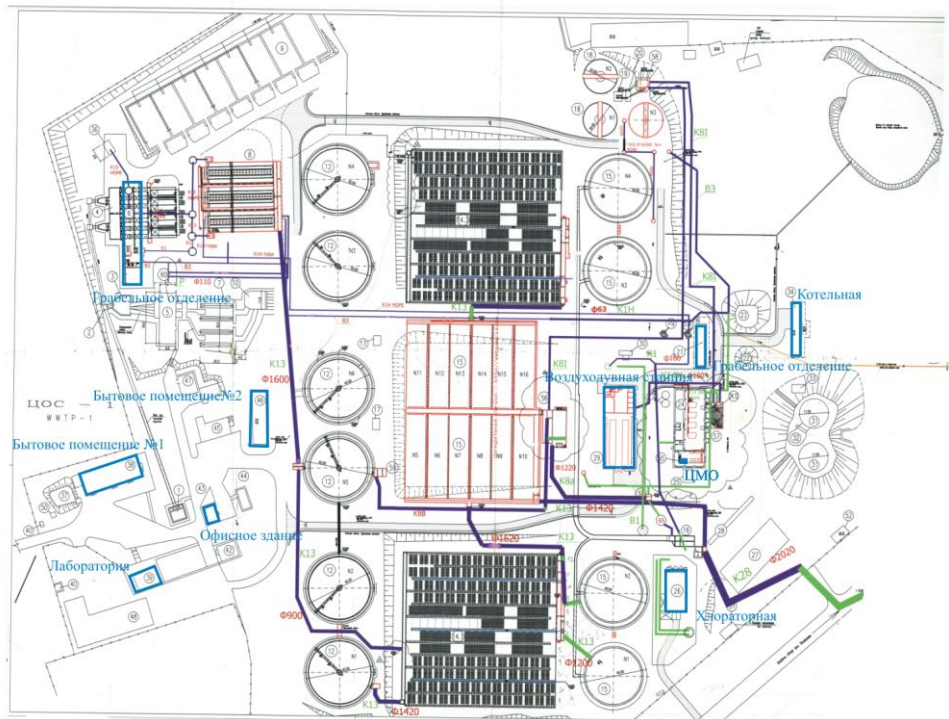


Рисунок 1.3 – Загальна схема ЦОС-1 в м.Запоріжжя.

Перший етап очищення – механічне очищення. Стічні води від споживачів лівобережної частини міста Запоріжжя надходять на очисні споруди ЦОС-1 по чотирьох каналізаційних колекторах у приймальну камеру, де відбувається гасіння напору стічних вод. Далі по відкритому лотку через розподільні камери, які для попередження осадження забруднення обладнані

системою барботажу, стоки надходять у будівлю ґрат, на систему решіток. Решітки служать для видалення зі стічних вод великих домішок: крупнопрозорі (6 од.), з прозорами 50мм, для затримання великих покидьків, і решітки тонкого очищення (6 од.) з прозорами 5мм [22].

При проходженні стічних вод через прозори решіток на робочій поверхні решіток осідають забруднення. Забруднення із крупнопрозорих решіток видаляються вручну. Решітки тонкого очищення працюють у автоматичному режимі, зняті з решіток забруднення надходять до гвинтового пресу (2 од.). Спресовані відходи збираються в контейнери, знезаражуються хлорним вапном і вивозяться на міський полігон твердих побутових відходів. Повітря для барботажу стоків у розподільній камері подається від ротаційних повітродувок (3 од.), що знаходяться у будівлі ґрат.

Після очищення від великих домішок, стоки потрапляють в горизонтальні піскожировловлювачі (6од.), що аеруються. У піскожировловлювачах видаляються забруднення мінерального походження, головним чином, пісок і інші нерозчинні забруднення, які осідають під дією сили тяжіння. Повітря подається від встановлених у будівлі решіток ротаційних повітродувок (3 од.).

Крупнобульбашкова аерація забезпечує циліндричний і спіральний рух водного потоку, внаслідок чого легкі органічні речовини утримуються у зваженому стані, а важкі мінеральні – осаджуються у каналі. Для виділення жирових речовин і забезпечення оптимальних умов їх збору по всій довжині кожного піскожировловлювача за допомогою захисного екрана виділена «заспокійлива» зона. Видалення піскопульпи з кожного піскожировловлювача здійснюється на піскові майданчики (6 од.) за допомогою насосів, які встановлені на скраберному мосту, що рухається по всій довжині піскожировловлювача. Піскові майданчики розташовані в безпосередній близькості від піскожировловлювачів і являють собою ділянку з бетонними стінами, днищем, обваловану по периметру. Дренажна вода з піскових майданчиків перекачується у прийомну камеру піскожировловлювачів. Для

збору жирових речовин до мосту прикріплений напівзанурений скребок. Жир збирається в лотки і відводиться у бункери (2 од.), що розташовані поруч з піскожировловлювачами [22].

Після жировловлювачів стоки через збірно-розподільну камеру надходять на біологічне очищення. Камера розділена на дві частини, в одну надходять стоки від піскожировловлювачів № 1-3, це перша технологічна лінія, в іншу – від піскожировловлювачів № 4-6, це друга технологічна лінія. Між ними передбачена перегородка із шандорним затвором.

З камери від піскожировловлювачів №4–6 стоки порівно розподілялися на два потоки – один у резервуар денітрифікації №6 (першу зону денітрифікації), а другий – у коридор № 5 аеротенка №2 (другу зону денітрифікації).

З камери від піскожировловлювачів №1 – 3 стоки подаються одним потоком по трубопроводу у розподільну камеру, де також розподіляються на два рівних потоки – один надходить у резервуар №5 (першу зону денітрифікації), другий – у коридор № 5 аеротенка №1.

На спорудах ЦОС-1 біологічне очищення складається з двох технологічних ліній, в кожній лінії знаходиться резервуар денітрифікації, два резервуара дефосфатації – перша аноксидна зона, одного дванадцятикоридорного аеротенку, який розподіляється на 2,5 коридори в якості другої аноксидної зони і вторинних відстійників: двох радіальних і шести горизонтальних. Повітря подається в аеробні зони, в аноксидні зони повітря не подається [22].

Стоки очищаються по технології нітри, денітрифікації, тобто азот амонійний перетворюється в нітрити, а далі в нітрати за допомогою використання мікроорганізмами вільного кисню, так і процеси денітрифікації. Кисень, що є в азоті нітратному в аноксидних зонах використовується для окислення органічних сполук, при цьому азот відновлюється до вільного азоту, який відбувається на ступені денітрифікації в атмосферу. Процес

денітрифікації відбувається без вільного кисню і виконується гетеротрофними мікроорганізмами.

Для задовільного проходження процесу денітрифікації стічні води після піскожировловлювачів розділяються на дві технологічні лінії порівну по 50%. Далі стічні води, що надходять на кожну чергу, також діляться порівну на два потоки: 50% до зони денітрифікації (басейни денітрифікації №5 і №6) першого каскаду і 50 % до зони денітрифікації (коридор №5 аеротенка №1 і №2) другого каскаду [21].

Джерелами окислених форм азоту, які поставляють кисень для першої зони денітрифікації є вода, яка надходить разом зі зворотним активним мулом, для другої зони денітрифікації є вода, що надійшла із першої зони нітрифікації. Етапи нітри і денітрифікації повторюються двічі. Таким чином прийнята технологія нітри-, денітрифікації передбачає зниження азоту взагалі по всіх групах (амонійний, нітритний, нітратний).

Технологія нітри, денітрифікації також передбачає біологічне видалення фосфору за рахунок фосфороутримуючих бактерій. В аноксидних зонах ці бактерії абсорбують органічні сполуки, яку бактерії одержують за рахунок розпаду і викиду за межі клітини накопичених фосфороутримуючих сполук.

Зміна аноксидної зони на аеробну дозволяє трансформувати фосфороутримуючі сполуки всередину бактеріальної клітини з подальшим видаленням надлишкової біомаси із системи.

Біологічна очистка починається з зони, куди надається стічна вода і зворотний мул у резервуари денітрифікації і дефосфотації. Потім відбувається аеробна зона в коридорах №1, 2, 3, 4 кожного аеротенка являються першою зоною нітрифікації. Коридори №5, 6, 7 аеротенку №1 і коридори №5, 6 аеротенку №2 є другою аноксидною зоною (денітрифікації). Коридори № ½ 7, 8, 9, 10, 11, 12 аеротенка №1 і коридори №7, 8, 9, 10, 11, 12 аеротенка №2 є другою аеробною зоною (нітрифікації). Розділення муловодяної суміші, яке відбувається у вторинних відстійниках, є завершальним етапом біологічного очищення.

Подача повітря для аерування стоків передбачається від повітродувної станції. В повітродувній станції для подачі повітря в аеротенки встановлені ротаційні повітродувки (6 од.) і турбоповітродувки (2 од.).

З метою запобігання випаданню і залягання осаду в анаеробній зоні встановлені дволопастні мішалки [21].

Стічні води на виході з аеротенка (коридори №11 й 12) надходять у розподільну камеру, де відбувається їхній розподіл на вторинні радіальні й горизонтальні відстійники.

Муловодяна суміш із аеротенків розподіляється між вторинними відстійниками в такий спосіб:

- з аеротенка №1 на радіальні відстійники № 1, № 2 і горизонтальні № 5-№ 10.
- з аеротенка №2 на радіальні відстійники №3, №4 і горизонтальні № 11-№ 16.

Вторинні відстійники служать для видалення пластівців активного мулу з муловодяної суміші. На очисних спорудах передбачені вторинні відстійники двох типів – радіальні (4 од.) й горизонтальні (12 од.).

Споруди являють собою відкриті резервуари, круглі в плані. Мулова суміш по трубопроводу надходить у центральний розподільний пристрій (направляючий циліндр), що кріпиться на центральній опорі, звідки через нижню частину висхідним потоком рухається в напрямку периферійного водозбірного лотка із зубчастим водозливом із нержавіючої сталі, і надходить в канал освітленої води. Мул, що забирається мулососами, надходить в мулову камеру, звідки самопливом надходить у резервуар насосної станції циркуляційного активного мулу.

Вторинні горизонтальні відстійники являють собою блок споруд, що складається з 12 відстійників, розділених каналами відводу мулу і освітленої води [21].

Подача муловодяної суміші з аеротенків здійснюється по трубопроводах у прийомну камеру шести відстійників, звідки через переливну крайку,

попадає в розподільну камеру шести відстійників. У кожен відстійник стічна рідина попадає через два вікна, які розташовані в нижній частині стінки відстійника.

Освітлена вода надходить у збірні лотки, обладнані зубчастими переливними крайками, виконані з нержавіючої сталі, і попадає в канал освітленої води.

Активний мул, що осаджується по всій площі відстійника, відділяється здвоєними скребковими механізмами (один міст на два відстійники) із пристроєм гідравлічного видалення мулу (вакуум-система) в мулові лотки, розташовані між відстійниками уздовж, і надходить у збірний канал активного мулу. Система видалення мулу з відстійника кріпиться до мосту, що рухається.

Зі збірного каналу мул самопливом надходить у резервуар насосної станції циркуляційного активного мулу.

Останнім етапом очищення та знезараження води є хлорування. Хлораторна зі складом хлору призначена для прийому, зберігання, випаровування рідкого хлору і приготування хлор – газу для отримання хлорної води, яка застосовується для знезараження очищених стічних вод ЦОС-1 [22].

Прокладено дві технологічні лінії трубопроводу рідкого хлору із складу хлору від двох контейнерів в приміщення випарювальної-хлордозувальної, до двох випарювачів. З випарювачів газоподібний хлор через буферні ємності і вакуум регулюючий клапан надходить на хлордозатор і потрапляє в інжектор для приготування хлорної води і подачі її в стічну очищену воду.

Активний мул, після вторинних відстійників самопливом надходить у резервуар насосної станції рециркуляційного активного мулу де розподіляється наступним чином: частина мулу перекачується насосами рециркуляційного мулу на споруди біологічної очистки – в резервуари денітрифікації і дефосфотації, а надлишковий мул – насосами для перекачування надлишкового мулу в мулоуцілювачі.

До резервуару насосної станції циркуляційного активного мулу надходять також плаваючі речовини вторинних відстійників, надмулова вода з мулоущільнювачів, дренажна вода насосної станції, фугат після механічного зневоднення осаду.

Надлишковий активний мул з резервуару рециркуляційного мулу насосами подається в розподільну камеру мулоущільнювачів і через центральний розподільний пристрій надходить в мулоущільнювачі (3 од.). Мулоущільнювачі обладнані шуровочним пристроєм, на якому закріплені скребки для перемішування мулу з метою поліпшення процесу ущільнення. Ущільнений мул збирається в приямок, розташований в центральній частині мулоущільнювача, і далі ущільнений мул подається насосами насосної станції при мулоущільнювачах на подальше зневоднення: на мулові майданчики в природніх умовах або механічне зневоднення на центрифугах. Надмулова вода надходить в резервуар насосної станції рециркуляційного мулу.

При роботі цеху надлишковий активний мул після мулоущільнювачів зневоднюється на 4 центрифугах з додаванням флокулянту. Утворений в процесі зневоднення осаду фугат відводиться у резервуар рециркуляційного мулу. Зневоднений на декантері мул вологістю 75–80% надходить за допомогою шнекових транспортерів на автосамоскиди і вивозиться у відвали [21, 22].

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методика виконання гідробіологічного аналізу активного мулу.

В роботі очисних споруд гідробіологічний аналіз має важливе значення, так як він характеризує склад та кількісний розподіл і властивості організмів активного мулу. Характерними змінами в біоценозі активного мулу являється процес очищення, який дозволяє швидко оцінити якісний рівень і зробити висновки щодо основних несприятливих чинників, які погіршують ефективність очищення стічних вод [23].

Методика проведення оцінки технологічного процесу очищення води за станом активного складається з наступних етапів:

1. Підготовка посуду, предметних і покривних стекол.
2. Відбір проб.
3. Вимірювання гідрохімічних показників таких як температура, вміст кисню, лужність, мутність, прозорість, завислі речовини, домішки.
4. Аналіз активного мулу проводиться за наступними етапами :
 - визначення дози мулу за обсягом а саме кількість осаду, швидкість осадження, колір пластівців, запах);
 - розрахунок мулового індексу;
 - визначення прозорості надмулової води (описується характер води над осілим мулом);
 - розрахунок дози мулу за вагою.
5. В гідробіологічному аналізі активного мулу проводиться
 - візуальне дослідження мулу в скляному циліндрі, де визначається стан мулу, наявність слідів нафти, піни;
 - мікроскопування при якому визначають приналежність виду;
 - при визначенні чисельності вимірюються кількісний облік, частоту зустрічаємості);

- проводиться оцінка стану біоценозу за видовою структурою;
- відбувається опис функціонального стану організмів;
- визначення розмірів;
- поділ індикаторних організмів по групах;
- віднесення біоценозу до певного типу;
- вивчають індикаторна оцінка процесу біологічного очищення [23].

Стан активного мулу визначають за такими ознаками:

1. За якістю пластівців активного мулу. Вони можуть бути різні за розміром, але не повинні містити не перероблених включень. При появі включень погіршується робота аеротенка.

2. Вивчення складу мікрофлори. При нормальній роботі аеротенку в рідині присутня невелика кількість дрібних рухливих паличок. Поява великих паличкоподібних і звитих бактерій пов'язана з погіршенням якості очищення. Нитчасті бактерії в невеликій кількості не впливають на якість активного мулу. При правильній експлуатації гриби в аеротенку мають бути відсутніми.

3. Вивчення складу мікрофауни. При нормальній роботі аеротенка в ньому переважають інфузорії й інші спіралевійкові [24].

Відбір проб активного мулу на аналіз береться окремо з кожної споруди: аеротенка, регенератора, вторинного відстійника. Рідкі проби переливають у широкогорлі банки, заповнюючи тільки половину обсягу й не закривають пробкою. негайно відносять у лабораторію й починають проводити аналіз не пізніше чим через 20–30 хв з моменту узяття проби. негайно після відбору проб з аераційних споруд у лабораторію відливають з кожної проби 100 мл у циліндр для визначення обсягу мулу через 30 хв відстоювання й дози мулу. Одночасно наливають пробу мулової суміші в стерильні пробірки кількістю 10–20 мл щоб відбулося відділення активного мулу від рідини, що очищується. Після 2–3 хв відстоювання зразки активного мулу мікроскопіюються [24].

За результатами мікроскопіювання проб визначають наступні показники:

- 1) швидкість осідання бавовни;
- 2) колір активного мулу;
- 3) прозорість води над мулом;
- 4) щільність і розмір бавовни мулу;
- 5) наявність сторонніх включень;
- 6) видовий склад гідробіонтів;
- 7) наявність грибів і нитчастих бактерій;
- 8) наявність вільноплаваючих бактерій ;
- 9) кількість переважаючих форм бактерій: дрібних, великих паличок, спірилли).

Властивості під номерами 4–6 розглядаються при малому збільшенні (окуляр 10х або 15х, об'єктив 8х); властивості № 7, 8 і 9 – при великому (окуляр 10х або 15х, об'єктив 40х) [24].

2.1.1. Відбір проб для гідробіологічного аналізу.

Гідробіологічний аналіз стану біоценозу аеробного активного мулу
Завдання гідробіологічного аналізу активного мулу аеротенків полягає в тому щоб за чисельністю представників індикаторних видів гідробіонтів і їх фізіологічного стану дати висновок про ефективність очищення стічних вод, а також про якість активного мулу та його здатності до переробки забруднень [25]. Гідробіологічний аналіз активного мулу включає ряд таких етапів:

1. Відбір проб.
2. Оцінка загального характеру мулу.
3. Визначення видового складу мулу. Обладнання для відбору проб має відповідати вимогам ДСТУ ISO 5667-2:2003.

Матеріал обладнання для відбору проб, який контактує з пробою, не повинен змінювати її склад та властивості. Стаціонарне обладнання для

відбору проб у місцях відбору має бути проточним без запірної арматури або повинна бути можливість очищення від накопичених домішок. При високій кількості відбору проб застосовують автоматичні відбірники для проб, щоб отримати усереднену пробу. Об'єм проби при ручному відборі має бути в три рази більшим за об'єм, який потрібен визначення усіх показників. При заповненні посуду пробкою треба уникати сильного перемішування, розрив струменя або захоплення повітря пробкою. Відбір проб для визначення завислих речовин, нафтопродуктів, показників БСК та ХСК слід проводити в окремому, одноразовому посуді. Відбір проб стоячих вод проводять за допомогою пристосувань для дистанційного відбору, у більшості випадків ручного типу. [26]. Відбір проб повинен проводитися з урахуванням специфіки водного об'єкта враховуючи його морфологію, гідрологію та специфіку контрольованих речовин. Проби, відібрані для аналізу, повинні характеризувати стан води та її властивості у водному об'єкті або його частині за певний проміжок часу [27].

На період відбирання проб, попередньої обробки, зберігання і транспортування проби не повинні відбуватися істотні зміни хімічного складу і властивостей води. Об'єм проби води повинен бути достатньо для виконання всіх запланованих досліджень. Дослід залежить від мети досліджень та кількості визначальних компонентів.

Мікроскопіювання мула проводиться 1 разів в 10 днів. У період, коли робота споруд припиняється через надзвичайні обставини, такі як надходження на очищення токсичних стічних вод та порушення технологічного режиму, необхідно ретельно і регулярно проводити гідробіологічні спостереження, які проводиться 2–3 рази в декаду або щоденні перевірки. Для аналізу проби беруть окремо з кожного вузла споруд біологічного очищення. Проби, які відібрані з різних зон аеротенков, характеризують стан зональних біоценозів на різних етапах очищення, тому необхідно відбирати проби в кожному коридорі аеротенков на гідробіологічний аналіз [27].

Приготований посуд для відбору проб обполіскують відібраною водою. Пробу для аналізу відбирають повторно, використовуючи ківш об'ємом 500 см³. Перший раз ківш потрібно навантажити у воду на 3 хв, щоб його температура зрівнялась з показником температури води, після чого ківш опускають на глибину 0,5 м і відразу ж витягують. Мулову суміш переливають в скляний бутель об'ємом 3 дм³ так, щоб весь вміст ковша був вилитий. Відбір повторюють доти, поки не набереться 2,8–2,9 дм³ мулової суміші. Відібрана проба забезпечується етикеткою, на якій вказується дата, місце відбору. Бутель не закорковують і негайно доставляють в лабораторію, де її вміст ретельно перемішується і розливається таким чином:

1. 1 дм³ – в літровий мірний циліндр, калібрований від самого дна для визначення дози мула по об'єму;
2. 1,5 дм³ – в склянку для відстоювання і визначення прозорості надилової води;
3. 100 дм³ – в циліндр об'ємом 100 см³ для визначення дози мула по вазі;
4. 100 см³ в склянку для гідробіологічного аналізу і зберігання [28].

При взятті проб вимірюють температуру води. Для цього використовують термометри з ціною ділення 0,1°C. Для визначення температури на місці взяття проби 1 дм³ води наливають в склянку, нижню частину термометра занурюють у воду і через 5 мін відлічують свідчення, тримаючи його разом з склянкою на рівні очей. Час від відбору проби до її аналізу необхідно скоротити до мінімуму, до гідробіологічного аналізу потрібно приступати не пізніше ніж 30–40 хв. з моменту взяття проби, після того як температура суміші активного мула порівняється з температурою приміщення. При неможливості проведення аналізу у вказаний термін проби активного мула охолоджують до 4°C. Зберігати проби слідє не більш 24 годин після відбору при температурі 3–4°C. Консервація проб не допускається. При проведенні аналізу температура проби повинна відповідати температурі приміщення, в якому він проводиться [28].

2.1.2. Техніка мікроскопіювання

Відбирають 2–3 мл активного мулу із пробірки піпеткою, через деякий час краплю свіжого мулу наносять на чисте предметне скло й покривають стерильним покривним склом. На одне предметне скло поміщають 2–3 краплі мулу. Потім його встановлюють на предметний столик мікроскопа й починають мікроскопіювати. Для зручнішого користуватися використовують об'єктив з малим збільшенням, а окуляр з великим. При мікроскопіюванні визначають види мікроорганізмів, їх фізіологічний стан, структуру мулу, наявність зооглей, включення мінеральних органічних часток і сміття.

Детально вивчають їх внутрішню будову, роблячи їх нерухомими, застосовуючи фіксацію. Для фіксації використовують пари осмієвої кислоти. Щоб зафіксувати препарат, на предметне скло наносять краплю рідини з найпростішими, скло відразу перевертають краплею усередину склянки з розчином кислоти й витримують протягом декількох секунд щільно притиснутим до горлечка склянки. Потім препарат під покривним склом вивчають при великому збільшенні. Джгутики, зокрема добре видні в розчині йоду. Спостерігаючи під мікроскопом за тим, щоб найпростіші залишалися в полі зору, простягають смужки фільтрувального паперу, змоченої реактивом. Для того щоб зупинити або сповільнити рух коловерток та інших організмів до краплі води з живими організмами на предметному склі потім додають краплю гліцерину, після цього обережно перемішують кінцем голки, покриваючи покривним склом і вивчають під мікроскопом.

Дослідним шляхом визначають кількість гліцерину при трикратному повторенні зазначеної процедури. Рух великих інфузорій зупиняють, підсушуючи краплю, покриту склом, де промінь світла якого дзеркалом мікроскопа направляється на предметний стіл мікроскопа.

Результати мікроскопування проб записуються, визначаються наступні відомості:

- 1) швидкість осідання пластівців;
- 2) колір активного мулу він може коливатись від білястого до бурого, чорний і т.п.);
- 3) вода над мулом (прозора, мутна, пофарбована);
- 4) визначають щільність і розмір пластівців мулу (щільний, роздроблений, великий, дрібний);
- 5) виявляють наявність сторонніх включень;
- 6) склад гідробіонтів розробка малюнків з їх зображенням;
- 7) перевіряють наявність грибів і нитчастих бактерій;
- 8) визначають наявність вільно плаваючих бактерій;
- 9) визначають, переважають форми бактерій (дрібні палички, великі палички й т.п.).

Пункти під номерами 4–6 розглядаються при малому збільшенні (окуляр 10х або 15х, об'єктив 8х); № 7, 8 й 9 – при великому (окуляр 10х або 15х, об'єктив 40х) [29].

3.1.3. Методи кількісного обліку організмів.

Методи кількісного обліку організмів залежать від середовища проживання і характеру об'єкта а саме його розміру, рухливості, способу життя тощо. Вироблені загальні принципи проведення кількісного обліку організмів і практичні методи його здійснення, зокрема підбір інструментів і створення експрес-методів, що є важливо для практичних досліджень. Визначені основні показники і поняття, які повинні виявляти результати кількісного обліку організмів.

Існує об'єктивний і суб'єктивний облік. Суб'єктивний облік – приблизна оцінка чисельності організмів, яка виявлена в невизначених термінах «багато», «середньо», «мало» тощо. Цей метод також визначається в

показниках різних шкал. Шкали можуть бути визначені в різній кількості балів [30].

За подібною методикою роботи результати обліку, які проведені різними дослідниками у більшому або меншому ступені можуть розходитися, тому що на подібному обліку відображаються суб'єктивні погляди обліковця на характер щільності організмів.

А об'єктивний облік характеризується максимальним наближенням до вірного положення. Якщо облік є дійсно правильним, то робота різних дослідників повинна дати схожий результат між собою.

Облік організмів поділяється на візуальний і інструментальний. Візуальний облік, менш докладний, ніж інструментальний, але без нього дослід не можливий. Інструментальний облік організмів проводять приладами різного ступеня складності, які поділяються на якісні й кількісні.

Завдяки якісним приладам є можливість досліджувати видовий склад, а завдяки кількісним – проводити облік чисельності на визначеній площі або у визначеному обсязі середовища. Якісні прилади використовують не тільки для характеристики видового складу біоценозу, а й для оцінки або щільності організмів [29].

У зв'язку з цим, облік може бути відносним і абсолютним. За допомогою якісних приладів можна характеризувати відносну кількість у різних досліджуваних місцях, але не дає можливість точно оцінити абсолютну кількість організмів в одиниці простору і об'єму. Кількісні прилади дають змогу точно визначити кількість особин того чи іншого виду, який знаходиться на одиниці площі. Відрізняють повний і вибіркового облік організмів. Вибірковий облік полягає у тому, організми, які враховуються не для всього біоценозу, а лише його частини. Для одержання повної чисельності роблять перерахунок її з обчислюваної площі на площу всієї території [30].

Кількісний облік організмів поділяється на лінійний, ділянковий і об'ємний. Лінійний облік застосовується для реєстрації особин, які зустрічаються на маршруті у відзначених координатах видимості. Ділянковий

облік застосовують при підрахунку всіх організмів, які проживають на земній поверхні, дні водойм або на тваринах і рослинах. Об'ємний облік використовують залежно від товщини шару води і ґрунту.

Кількісний облік поєднаний з підрахунком і зважуванням організмів, визначенні їх статі, віку тощо. Завдяки показникам кількості особин можна характеризувати їх повторюваність і щільність, а дані про їх біомасу та інші показники виражають динаміку чисельності організмів [30].

Повторюваність – частота знаходження організму, яка виражається в вітцотках чисельності проб, які містять даний вид, щодо загальної кількості проб, які припадають на даний вид, біоценозу або взагалі досліджених [29].

Щільність – кількість особин виду або всього біоценозу, що припадає на одиницю площі або об'ємну середовища. Індекс щільності – показник, що зв'язує середню біомасу та щільність і характеризує вид у межах умов проживання біоценозу.

Біомаса – маса організмів одного виду або всього біоценозу на одиниці площі чи об'єму середовища проживання.

Продукція – приріст біомаси організмів виду чи біоценозу за визначений період.

Питома продукція – відношення продукції до початкової біомаси, що характеризує інтенсивність розмноження, росту і загибелі організмів у популяції за визначений період [29].

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Характеристика складу стічних вод ЦОС–1.

У м. Запоріжжя система централізованого відведення води призначена для приймання, відводу і очищення стоку з подальшим випуском води у річку Дніпро. Якість очищення стічних вод, які готуються на випуск у річку Дніпро, повинні відповідати характеристиці гранично допустимого скиду, згідно затвердженого дозволу на спеціальне водокористування. До системи централізованого водовідведення м. Запоріжжя заходять стоки від споживачів і підприємств, які за якістю і режимом скиду відповідають вимогам місцевих правил приймання стічних вод до системи централізованого відведення води міста, що затверджені місцевими органами виконавчої влади. Цими правилами регулюються взаємовідносини між КП «Водоканал» та підприємствами, установами, організаціями незалежно від форм власності та відомчої належності, приватних підприємців та фізичних осіб які здійснюють виробничу діяльність та скидають свої стічні води у систему каналізування м. Запоріжжя. В м. Запоріжжі централізована система каналізації – роздільна, до якої одночасно стікають побутові стічні води від споживачів, установ, організацій, а також стоки від підприємств міста. Стоки, які надходять на ЦОС-1 різні за своїм складом і властивостями. Забруднення поділяють на: мінеральні, органічні, біологічні та бактеріальні. До мінеральних забруднень відносять пісок, глинисті частинки, шлак, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, мінеральні масла тощо.

До органічних відносяться забруднення рослинного і тваринного походження. До забруднень рослинного походження відносять залишки овочів, фруктів, злаків, паперу тощо. Основний хімічний елемент цього виду забруднень – вуглець [26].

До мінеральних забруднень відносять пісок, глинисті частинки, шлак, розчини мінеральних солей, кислот і лугів, мінеральні масла тощо.

Овочеві, фруктові, злакові, паперові відходи це забруднення рослинного походження. Головний хімічний елемент цього виду забруднень – вуглець.

Фізіологічні виділення людей і тварин, залишки м'язових і жирових тканин тварин, клейові речовини відносяться до забруднень тваринного походження, яким характерний великий вміст азоту. Органічні забруднення поділяють за хімічним складом на безазотисті, які містять вуглець, водень і кисень, та на азотовмісні.

Забруднення тваринного походження включають в себе фізіологічні виділення людей і тварин, залишки м'язових і жирових тканин тварин, клейові речовини тощо, які характеризуються значним вмістом азоту. Органічні забруднення за хімічним складом поділяють на безазотисті, які містять вуглець, водень і кисень, та на азотовмісні [30].

Забруднення мінерального й органічного походження, які знаходяться у побутових стічних водах, перебувають в нерозчиненому, розчиненому і колоїдному станах. Частка нерозчинених забруднень, які затримуються при аналізах на паперових фільтрах, називають завислими речовинами. Найбільш санітарно небезпечні це забруднення органічного походження. Вміст органічних забруднень, в розчиненому стані, визначається показником біохімічного споживання кисню (БСК) і хімічного споживання кисню (ХСК).

Побутові стічні води мають БСК=100–400 мг/л, а ХСК=150–600 мг/л, і їх можна оцінити як сильно забруднені. При зберіганні вони здатні загнивати через 12–24 год (при температурі 20°C). Для міських стоків кількість забруднень органічного походження доволі значна і складає 45–58%. Мінеральні речовини і забруднення становлять відповідно 42–55%.

Виробничі стоки утворюються в результаті технологічних і побутових процесів. Видом виробництва й вихідної сировини, режимом технологічних процесів, визначається якість стічних вод і концентрація забруднюючих речовин.

Через високий розвиток харчової промисловості збільшується кількість забруднень органічними домішками. Більшість підприємств забруднює

водойма як мінеральними, так й органічними забрудненнями у різних співвідношеннях. Дослідження показали, що концентрація вмісту забруднюючих речовин різних підприємств не співпадає. Вона коливається в доволі широкому діапазоні залежно від витрати води на одиницю продукції, вдосконаленості технологічного процесу й виробничого оснащення. Концентрація забруднень у виробничих стоках сильно коливається протягом години й залежить від технологічного процесу в окремих підрозділах або на підприємстві в цілому. Нерівномірний приплив стічної води й їхньої концентрації у всіх випадках погіршує роботу очисних споруд й ускладнює експлуатацію [30].

3.2. Структурна організація перифітону волокнистого носія «ВІЯ» очисних споруд м. Запоріжжя

Дослідження перифітону волокнистого носія «ВІЯ» проводили в аеротенку центральних каналізаційних очисних спорудах лівого берега (ЦОС-1) підприємства «Водоканал» м. Запоріжжя у серпні 2022 року. Температура стічної води, що очищується в аеротенку міської очисної споруди коливалась у межах 22–27°C.

У період проведення дослідження гідробіоценозу активного мулу в аеротенку міських очисних споруд ЦОС-1 гідрохімічні показники активного мулу та води, що очищалися представлені в таблиці 3.1.

В аеротенку міських очисних споруд у літній період водневий показник води був у межах 7,17–7,19, концентрація розчиненого кисню у воді коливалась у межах 2,6–2,8 мг O_2 /дм³, показник БСК₅ був у межах 14,5–14,6 мг O_2 /дм³. Гідрохімічні показники активного мулу також змінювались у певних межах, муловий індекс був у межах 69–70 мл/г, доза або концентрація

активного мулу за об'ємом коливалась у діапазоні від 25% до 26%, доза активного мулу за масою була 3,0 г/л.

Таблиця 3.1 – Гідрохімічна характеристика активного мулу та води, що очищалися в аеротенку № 1 (8 коридор) ЦОС-1 м. Запоріжжя в літній період 2022 року

Показники	2022 рік	
	липень	серпень
Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³	2,6	2,8
pH (водневий показник)	7,17	7,19
БСК ₅ мг O ₂ /дм ³ (вихід)	14,5	14,6
Доза активного мулу за масою, г/л	3,0	3,0
Доза активного мулу за об'ємом, %	25	26
Муловий індекс, мл/г	69	70
Температура води, °С	22,0–27,0	25,0–25,5

Перифітону волокнистого носія «ВІЯ» аеротенку складався з 43 видів та форм, які відносяться до 7 таксономічних груп. Біоценоз складався із найпростіших організмів, які були представлені 37 видами та багатоклітинних організмів (6 видів), що складають 86% та 14% видового складу дослідженого біоценозу відповідно, таблиці 3.2 та 3.3.

Найбільшою кількістю видів була представлена група інфузорій (29 видів), п'ятьма видами представлена група амеб. Група коловертки представлена чотирма видами, а джгутикові – двома таксонами. Інші виявлені таксономічні групи перифітону (черепашкові амеби, олігохети та гастротрихи) були представлені по одному таксону.

Виявлений видовий склад інфузорій обростання волокнистого носія був представлений 8 рядами, 13 родинами та 14 родами. Найбільша кількість видів інфузорій виявлено в трьох родинях Epistylidae, Operculariidae, Vorticellidae, які відіграють значну роль у процесі очищення стічних вод.

За способом живлення інфузорії відносяться до седиментаторів та хижаків, які в перифітоні аеротенку очисних споруд склали 79% та 21% від загального видового складу інфузорій. До седиментаторів належать наступні родини ціліат: Epistylidae, Operculariidae, Vorticellidae, Euplotidae, Colepidae, Aspidiscidae, Colpodidae, Glaucomidae, Amphileptidae.

Таблиця 3.2 – Видовий склад протістоперифітону волокнистого носія центральних каналізаційних очисних спорудах ЦОС-1 м. Запоріжжя в літній період 2022 року

Таксони	Серпень	
	Перша декада	Друга декада
1	2	3
1. Протістоперифітон		
Корененіжки		
<i>Mayorella penardi</i> Page, 1972	+	+
<i>Mayorella bulla</i> Schaeffer, 1926	+	
<i>Pelomyxa palestris</i> Greef, 1874		+
<i>Cashia angelica</i> (Bovee, 1972)		+
<i>Acanthamoeba castellani</i> (Douglas, 1930)	+	
<i>Euglypha acanthophora</i> (Ehrenberg, 1841)	+	+
<i>Mastigamoeba invertens</i> Klebs, 1893	+	+
<i>Spiromonas angusta</i> (Dujardin) Alexeieff, 1918	+	
Інфузорії		
<i>Euplotes affinis</i> Dujardin, 1842	+	+
<i>Euplotes aediculatus</i> Pierson, 1943	+	
<i>Aspidisca costata</i> (Dujardin, 1842)	+	+
<i>Hemiophrys fusidens</i> Kahl, 1926		+
<i>Hemiophrys procera</i> Penard, 1922	+	
<i>Hemiophrys pleurosigma</i> Stokes, 1884		+
<i>Glaucoma scintillans</i> Ehrenberg, 1830		+
<i>Coleps hirtus</i> (O.F. Muller, 1786) Nutzch, 1826	+	+
<i>Prorodon teres</i> Ehrenberg, 1838	+	+
<i>Prorodon ovum</i> (Ehrenberg), Kachl 1933	+	
<i>Tokophrya lemnae</i> (Stein, 1859)	+	
<i>Discophrya elongata</i> (Clapared, Lachmann, 1858)	+	+

<i>Acineta grandis</i> Kent, 1881		+
<i>Colpoda inflata</i> (Stokes)		+
<i>Vorticella peterhoffi</i> Banina, 1983	+	
<i>Vorticella microstoma</i> Ehrenberg, 1830	+	
<i>Vorticella picta</i> (Ehrenberg, 1831)		+
<i>Vorticella conica</i> Stokes, 1887		+
<i>Opercularia microdiscum</i> Faure-Fremiet, 1904	+	
<i>Opercularia coarctata</i> Claparede et Lachmann, 1858		+
<i>Opercularia curvicaula</i> (Penard, 1922)	+	+
<i>Opercularia phryganea</i> Kahl, 1935		+
<i>Epistylis epibioticum</i> Banina, 1983		+
<i>Epistylis polenici</i> Matthes, 1955	+	+
<i>Epistylis plicatilis</i> Ehrenberg, 1838	+	
<i>Epistylis bimarginata</i> Nenninger, 1948	+	
<i>Epistylis longicaudatum</i> Banina, 1983		+
<i>Epistylis urceolata</i> Stiller, 1933		+
<i>Carchesium polypinum</i> (Linnaeus, 1758)	+	
Загальна кількість видів	23	24

До складу круговійкових видів ціліат належать поодинокі та колоніальні сидячі інфузорії. Із поодиноких інфузорій в угрупованні перифітону зустрічаються представники наступних видів: *Vorticella peterhoffi*, *V. microstoma*, *V. picta*, *V. conica*.

Колоніальні інфузорії представлені видами *Opercularia microdiscum*, *O. curvicaula*, *O. coarctata*, *O. phryganea*, *Epistylis epibioticum*, *E. polenici*, *E. plicatilis*, *E. bimarginata*, *E. longicaudatum*, *E. urceolata*, *Carchesium polypinum*. Хижі інфузорії були представлені 4 родинami – Prorodontidae, Acinetidae, Tokophryidae, Discophryidae.

У першій декаді серпня гідробіоценоз обростання аеротенку очисної споруди складався із 28 видів та форм, які відносяться до 7 таксономічних груп. Найбільшою кількістю видів була представлена група інфузорій (17 видів), трьома видами були представлені амеби та коловертки. Джгутикові були представлені двома таксонами. Інші виявлені таксономічні групи біоценозу (черепашкові амеби, олігохети та гастротрихи) були представлені по одному таксону.

Таким чином перифітон волокнистого носія «ВІЯ» очисних споруд у цей період складався із найпростіших організмів, які були представлені 23 видами та багатоклітинних організмів (5 видів), що складають 82% та 18% видового складу дослідженого біоценозу відповідно.

Таблиця 3.3 – Видовий склад мікро- та макроперифітону волокнистого носія центральних каналізаційних очисних спорудах ЦОС–1 м. Запоріжжя в літній період 2022 року

Таксони	Серпень	
	Перша декада	Друга декада
2. Мікрозооперифітон		
Коловертки		
<i>Colurella colurus colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	+	+
<i>Rotaria neptunia</i> (Ehrenberg, 1830)	+	+
<i>Proales dicipiens</i> (Ehrenberg, 1832)		+
<i>Cephalodella gracilis</i> (Ehrenberg, 1832)	+	
Гастротрихи		
<i>Chaetonotus schultzei</i> Metschnikoff, 1865	+	+
Загальна кількість видів	4	4
3. Макрозооперифітон		
Олігохети		
<i>Dero digitata</i> (O. F. Muller, 1773)	+	
Загальна кількість видів	1	0

На початку першої декади серпня щільність біоценозу аеротенку очисної споруди коливалась від 22253 екз/мл до 25987 екз/мл. Максимальними показниками чисельності в цей період характеризувались три види круговійкових інфузорій – *Carchesium polypinum*, *Vorticella peterhoffi* та *Epistylis polenici*, щільність яких становила – 13248 екз/мл, 12060 екз/мл та 7304 екз/мл, відповідно.

Постійно входили до складу перифітону очисних споруд на початку першої декади серпня та характеризувались високими показниками чисельності 8 видів гідробіонтів із чотирьох таксономічних груп. Інфузорій

були представлені 4 видами – *Aspidisca costata*, *Prorodon teres*, *Coleps hirtus*, *Discophrya elongate*; коловертки двома видами – *Colurella colurus colurus*, *Rotaria neptunia*; джгутикові і черепашкові амеби по одному виду – *Mastigamoeba invertens* і *Euglypha acanthophora*, відповідно.

В кінці першої декади серпня щільність угруповання перифітону аеротенку дещо збільшилась і коливалась у межах 26837–40254 екз/мл. Максимальними показниками чисельності тут також характеризувались певні види круговійкових інфузорій – *E. plicatilis*, *E. bimarginata*, *C. polypinum*, щільність яких складала – 11380 екз/мл, 5265 екз/мл та 4246 екз/мл, відповідно. Постійно входили до складу біоценозу очисних споруд в цей період майже той самий комплекс гідробіонтів, що був присутній на початку першої декади серпня. До складу цього домінуючого комплексу гідробіонтів належали 10 видів та форм обростання. Цей комплекс гідробіонтів був представлений організмами, які належать до таких таксономічних груп – інфузорії, джгутикові, черепашкові амеби та коловертки. Слід зазначити, що середня щільність інфузорій (6 видів) цього домінуючого комплексу гідробіонтів складала 58% від загальної середньої чисельності перифітону очисної споруди у цей період. Середня щільність інших 4 видів домінуючого комплексу біоценозу складала 24% від загальної середньої чисельності організмів перифітону волокнистого носія аеротенку очисної споруди.

У другій декаді серпня перифітон аеротенку очисної споруди також складався із 28 видів та форм, але які відносяться до 6 таксономічних груп. Найбільшою кількістю видів була представлена група інфузорій (19 видів), трьома видами були представлені амеби та коловертки. Інші виявлені таксономічні групи біоценозу (черепашкові амеби, гастротрихи, джгутикові) були представлені по одному таксону.

До складу перифітону очисних споруд у цей період входили найпростіші організми, які були представлені 24 видами та багатоклітинні організми (4 види), що складають 86% та 14% видового складу дослідженого угруповання відповідно.

У другій декаді серпня щільність безхребетних організмів перифітону очисної споруди дещо підвищилась та коливалась у межах від 36010 екз/мл до 45691 екз/мл. Високі показники чисельності біоценозу у другій декаді серпня був пов'язаний головним чином із значим розвитком інфузорій, а саме перітріх, які склали в середньому 60% від загальної середньої чисельності дослідженого угруповання.

Максимальними показниками чисельності в цей період характеризувались чотири види круговійкових інфузорій – *E. longicaudatum*, *Opercularia coarctata*, *E. polenici* та *O. curvicaula*, середня щільність яких складала 56% від середньої чисельності біоценозу очисної споруди у другій декаді серпня.

Постійно входили до складу перифітону очисних споруд другої декади серпня та характеризувались високими показниками чисельності 7 видів гідробіонтів із чотирьох таксономічних груп. Інфузорій були представлені 3 видами – *Coleps hirtus*, *E. longicaudatum*, *E. polenici*; коловертки двома видами – *C. colurus colurus*, *R. neptunia*; джгутикові і черепашкові амеби по одному виду – *M. invertens* і *E. acanthophora*, відповідно.

У цілому при дослідженні угруповання перифітону аеротенку очисної споруди у продовж серпня місяця нами було виділено домінуючий комплекс (масові види) гідробіонтів. До масових видів безхребетних перифітону належить 9 видів та форм, які представлені інфузоріями (4 таксони), коловертками (2 види), справжніми амебами (1 вид), черепашковими амебами (1 вид) та джгутиковими (1 вид), таблиця 3.4.

Слід зазначити, що середня щільність масових видів безхребетних перифітону очисних споруд складала 34,5% та 36,6% від загальної чисельності біоценозу в першій та другій декаді серпня, відповідно. Також із даних табл. 3.4 можна побачити, що середня щільність окремих представників масових видів дослідженого біоценозу поступово збільшується і досягає максимальних показників саме у другій декаді серпня. Це відноситься до 5 видів гідробіонтів, які відносяться до справжніх амеб, черепашкових амеб,

джгутикових та коловерток, а також до одного виду хижих інфузорій – *C. hirtus*. Серед 9 масових видів перифітону очисної споруди високими показниками середньої чисельності характеризувались 4 види, із черепашкових амеб – *E. acanthophora*, із джгутикових – *M. invertens*, із інфузорій – *C. hirtus*, а із коловерток – *C. colurus colurus*.

Таблиця 3.4 – Середня щільність (екз/мл) масових видів гідробіонтів перифітону аеротенку центральних каналізаційних очисних споруд лівого берега (ЦОС-1) м. Запоріжжя за літній період 2022 р. У дужках зазначені мінімальні та максимальні показники

Масові види	Серпень	
	Перша декада	Друга декада
Справжні амеби		
<i>Mayorella penardi</i>	374 (510-849)	1359 (340-2038)
Черепашкові амеби		
<i>Euglypha acanthophora</i>	2378 (679-4756)	3624 (3227-3907)
Джгутикові		
<i>Mastigamoeba invertens</i>	1223 (510-1868)	2265 (2038-2718)
Інфузорії		
<i>Aspidisca costata</i>	747 (340-1019)	113 (170-170)
<i>Prorodon teres</i>	645 (170-1019)	340 (170-510)
<i>Coleps hirtus</i>	2004 (679-4416)	3454 (2718-4246)
<i>Discophrya elongata</i>	612 (340-849)	170 (170-170)
Коловертки		
<i>Colurella colurus colurus</i>	1325 (849-1868)	2548 (2038-3397)
<i>Rotaria neptunia</i>	408 (170-849)	849 (680-1019)
Середня щільність перифітону	28162	40256

Аналізуючи трофічні рівні гідробіонтів домінуючого комплексу перифітону аеротенку було виявлено, що серед 9 масових видів комплексу тільки 2 види (22%) відносяться до консументів першого порядку, це джгутикові (*M. invertens*) та інфузорія (*Aspidisca costata*). Інші 7 видів, які належать до 4 таксономічних груп відносяться до консументів другого порядку і складають 78% від загальної кількості масових видів біоценозу.

Ефективність біологічної очистки стічних вод забезпечується наявністю багатоконпонентних ферментних систем пов'язаних із присутністю великого видового різноманіття живих організмів здатних одночасно окислювати велику кількість різних субстратів. Живі організми, які входять до складу перифітону знаходяться на різних трофічних рівнях. Трофічні рівні входять до складу трофічної ланки живлення, що представляє собою шлях руху речовини в екосистемі від одного організму до іншого.

Трофічна ланка в перифітоні аеротенку очисної споруди м. Запоріжжя виглядає наступним чином бактерії → консументи 1-го порядку → консументи 2-го порядку. До консументів 1-го порядку біоценозу належать джгутикові та інфузорії-седиментатори із голозойним типом живлення. До консументів 2-го порядку біоценозу відносяться із найпростіших – справжні амеби, черепашкові амеби, хижі інфузорії, а із багатоклітинних організмів – коловертки та гастротрихи, таблиця 3.5.

Середня щільність консументів 1-го порядку складає 23610 екз/мл, що становить 71,6% від загальної середньої щільності біоценозу. Середня щільність консументів 2-го порядку була значно меншою і складала 9385 екз/мл (28,4%), що в 2,5 рази менше середньої щільності консументів 1-го порядку. Високими показниками середньої щільності за досліджений період із консументів 2-го порядку характеризувались хижі інфузорії та коловертки, які склали 39% та 27% від загальної середньої щільності консументів 2-го порядку біоценозу активного мулу.

Таблиця 3.5 – Трофічні рівні та середня щільність таксономічних груп перифітону аеротенку центральних каналізаційних очисних спорудах лівого берега (ЦОС-1) м. Запоріжжя у серпні 2022 р.

Трофічні рівні	Середня щільність, екз/мл
Консументи 1-го порядку	
Джгутикові	2845±517,42
Інфузорії	20765±2003,74
Консументи 2-го порядку	
Справжні амеби	1019±253,99
Черепашкові амеби	1635±262,55
Інфузорії	3694±361,43
Коловертки	2527±393,77
Гастротрихи	510±257,62

За літературними даними [32] також відомо, що поява хижих видів інфузорій, пов'язана із наявністю харчового ресурсу – широкого видового різноманіття війкових інфузорій. Співвідношення кількості видів інфузорій седиментаторів та хижаків в біоценозі складає 4,8. Таким чином, високе біорізноманіття інфузорій стічних вод із аеротенку, пов'язано із високою щільністю колоній бактерій, які є харчовою базою війкових інфузорій, а хижі види інфузорій являються регуляторами щільності війкових видів ціліат. Також регуляторами щільності найпростіших в біоценозі очисної споруди являються коловертки, хоча вони також харчуються бактеріями і органічним детритом. Наявність в біоценозі очисної споруди представників коловерток являється показником доброї роботи очисної системи, так як ці безхребетні чутливі до вмісту розчиненого кисню у стічній воді.

У цілому необхідно зазначити, що виявлене під час гідробіологічного дослідження високе видове різноманіття живих організмів, які складають гідробіоценоз перифітону волокнистого носія «ВІЯ», та здатні утилізувати одночасно велику кількість різноманітних субстратів, свідчить про

сприятливий режим роботи біологічної системи аеротенку та високу ефективність очищення стічних вод.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Проби можуть відбиратись з відкритих джерел води: річок, каналів, ставків або діючих трубопроводів. При відборі проб необхідно дотримуватись ряду методів техніки безпеки, щоб передбачити виявлення небезпечної ситуації.

1. При підготовці до відбору проб треба дотримуватись таких правил:

- склад групою винен бути не менше 3-х осіб;
- дотримуватись правил протипожежної безпеки при застосуванні фламбування у точці відбору проби;
- проводити дослідження враховуючі погодні умови наявність шквального вітру, опадів, туману, заморозків;
- проводити дослідження тільки за допомогою технічно-справного транспорту, включаючи водний;
- виключити надмірні фізичні навантаження, підтримувати дружню обстановку в колективі;
- придбати працюючій групі все необхідне спеціалізоване обладнання і спорядження;
- учасники працюючої групи повинні дотримуватись особистої гігієни та всіх санітарних вимог;
- не вживати їжу та напої під час відбору проб.

Вимоги техніки безпеки, яких треба дотримуватись під час відбору проб стічних вод.

- склад групи повинен бути не менше 2-х осіб;
- потрібно зменшити ймовірність кисневого голодування, отруєння отруйними газами, опіків, утоплення, радіоактивне ураження, контакт із небезпечними мікроорганізмами під час аварійних ситуацій;

– бути обережними при наявності слизьких поверхонь, скельних брил та не стійких конструкцій, які нависають над головою [33].

Завжди проводити дослідження поблизу джерела води, для визначення найлегшої точки доступу та наявності потенційної небезпеки. Необхідно усунути всі фактори, які можуть перешкоджати можливості отримати достовірний результат. При відборі проби з каналу, слід підстригти або видалити в точці доступу високу траву або густі чагарники. Уникати ділянки каналу, які ремонтуються, та оглянути місце на предмет диких тварин.

Привідбирання проб на ділянках з водопроводом треба переконатися, що є точка проби, присутність клапану або патрубока, але краще уникати використання старих шлангів, в яких можуть міститись бактерії

Також за можливістю потрібно очистити рослинність і гнізда комах біля точки відбору проб.

2. При відбиранні проб води необхідно дотримуватись правил техніки безпеки:

– для проведення хімічного аналізу проб допускаються працівники не молодші 18 років, які ознайомлені з правилами техніки безпеки та виробничої санітарії та пройшли іспити кваліфікаційної комісії [9, 10];

– потрібно надати інформацію про місцезнаходження та час, коли планується відбір зразків води свого керівника, колег про місцезнаходження та час;

– при роботі з токсичними або займистими речовинами які несуть мікробіологічну або вірусну небезпеку, необхідно дотримуватися обережності використовувати захисні засоби такі як: гумові рукавички, респіратори та чоботи. Після завершення відбору проб треба ретельно вимити руки з милом та обробити спиртом;

– при відборі радіоактивних та гарячих стічних вод та проб з систем, що перебувають під тиском, треба використовувати спеціальне обладнання та спецодяг.

- Відбір проб з відстійників, накопичувачів, усереднювачів необхідно проводити тільки в рятувальних жилетах та використовуючі страхувальні канати.

- не можна використовувати стовп для відбору проб при проведенні аналізу з каналів або річок.

- завжди мати аптечку першої допомоги.

- необхідно вивчити нормативні документи, які регламентують добір проб;

- огородити територію від дітей та тварин при відборі проб у житлових будинках та приватних територіях;

- необхідно користуватися при відборі проб стічної води з колодязів пробовідбірниками, які знаходяться на мотузці, довжина якої не перевищується у колодязь;

- працівник, який проводить відбір проб стічних вод повинен проводити дослід тільки в гумових рукавицях та спецодязі і при необхідності використовувати інші засоби індивідуального захисту. Для уникнення інфікування персоналу, використовують при відборі проб одноразові рукавички або стерильні пристрої;

- на очисних станціях відбір проб здійснюється у спеціально призначених маркованих місцях, які підсвітлюються в темний час доби.

- працівнику категорично забороняється спускатися до шахт колодязів, закритих трас та накопичувальних ємностей [34].

3. Необхідне обладнання для відбору проб.

При відборі проб поверхневих вод використовують наступне обладнання:

- Чисті безпудрені латексні або нітрилові рукавички .

- Стерильний контейнер для зразків ємністю 100 мл.

- Багаторазовий поліпропілен або поліпропіленовий сополімер.

- Стерильний одноразовий пластиковий або скляний флакон.

- Наявність стерильного пакету.
- Повинні бути в наявності етикетки або стрічка для ідентифікації зразків.
- Треба мати зразок стовпа для важкодоступних відкритих джерел води.
- Взяти з собою ручки та перманентні маркери.
- Рядки підпису з датою і часом.
- Повинен бути кулер з льодом або замороженими пакетами [28, 29].

Для відбору проб водопровідної води не обхідне те саме обладнання але с наступними доповненнями:

Додаткове обладнання/предмети

- Розпилювач для розведеного спирту
- Таблетки тіосульфату натрію для інактивації хлору
- Ключ для складних клапанів
- Щітка для очищення впускних отворів
- Аптечка
- Перебувати в спецодязі.

Проблеми,можуть бути пов'язані зі зразками води а саме зразки води можуть знаходитись в динамічному стані, і видалення з місця взяття проб можуть супроводжуватися хімічними, біологічними або фізичними процесами, які можуть змінювати їх склад.

У зразку вільний хлор у може реагувати з іншими органічними сполуками та утворювати хлоровані побічні продукти. Деякі види очищеної питної води та очищених стічних вод можуть містити вільний хлор.

Зразки в яких присутні світлочутливі речовини, такі як ароматичні вуглеводні, хлорфеноли та сполуки бромю або йоду, відбирають та зберігають в контейнерах із темного скла, для захисту їх від світла.

Можливе змінювання складу проб води через мікробіологічну активність. Особливо це поширено з органічними речовинами в стічних водах,

при біологічному розкладанні. Такі зразки негайно охолоджуються, зберігають та відправляють при температурі приблизно 4°C.

Також можливе утворення солей неорганічними речовинами, які випадають в осад. Осад може прилипати до стінок пляшки, яка використовується для збору, якщо зразок не підготовлений належним чином, це перешкоджає правильному аналізу.

Додавання консерванту гідроксиду натрію вимагають води з ціанідами або сульфідами, щоб гарантувати, що ціаністий водень або сірководень не виділиться. Аміачну воду консервують з додаванням сірчаної кислоти.

Воду, яку перевіряють в лабораторії, має бути якомога репрезентативнішою для води, яку було взято. Для цього необхідне збереження зразка для збереження цілісності зразка. [35].

4. Техніку, яку використовують для збереження зразків

Щоб зменшити відсоток допущення помилки, ретельно відбрають зразки та обережно поводяться з ними. Потрібно надати лабораторії набір зразків, які точно відображають водне середовище, з якого вони взяті. Щоб забезпечити узгодженість та ефективність поводження процедури, збереження, зберігання та транспортування зразків повинні точно задокументовані та дотримані.

Від того, як добре зберігаються зразки, залежить стабільність речовин. Щодо зберігання повинні бути інструкції, які вказують на відповідні контейнери, рН, показники відсутності вільного простору, і контроль температури. Також треба дотримуватись хімічного складу усіх речовин, враховуючи, певні реакції, які можуть відбуватися за даними умовами зберігання.

Період часу, коли зразок може зберігатися після збору та консервації, а також період до підготовки та аналізу, називається часом витримки. Час витримки залежить від речовин, техніки збереження та аналітичних методів. Час витримки, якій можна максимально використовувати визначається характеристикою методу і враховується при розробці протоколів відбору проб та аналізу.

Охолоджені зразки слід герметично закривати та зберігати у льоді. Зазвичай їх поміщають у загальний холодильник, який знаходиться в лабораторії.

Зазвичай методи збереження обмежують контролем рН, та додають хімічні речовини, та використовують методи охолодження іноді заморожування зразків.

5. Заходи безпеки, яких слід дотримуватись під час роботи з хімічними речовинами.

Необхідно переглянути відповідні паспорти безпеки матеріалів, які надаються в лабораторії, на рахунок інформації про безпеку, та правила роботи з хімікатами.

Слід обережно зберігати та поводитися з кислотами та лугами, які можуть бути використані для збереження зразків води. Треба дотримуватись обережності, для уникнення вдихання парів отруйних речовин чи прямий контакт зі шкірою, очима та одягом. Працююч з цими хімічними консервантами потрібно використовувати захисний одяг..

Якщо відбувся контакт з кислотами або основами, необхідно промити уражену ділянку шкіри великою кількістю води. Після миття, шкіру можна протерти нейтралізуючим розчином. Ця процедура має відбутися декілька разів. При потрапленні в очі будь-яких хімічних речовин, потрібно негайно промити великою кількістю води. Також промити ділянку навколо очей очі. Змивати потрібно протягом кількох хвилин. Після надання першої допомоги необхідно звернутись до лікаря. [35].

ВИСНОВКИ

1. Перифітон волокнистого носія «ВІЯ» аеротенку складався з 43 видів, які відносяться до 7 таксономічних груп. Найбільшою кількістю видів була представлена група інфузорій (29 видів), 5 видами представлена група амеб. Група коловороток представлена 4 видами, а джгутикові – 2 таксонами. Інші виявлені таксономічні групи біоценозу (черепашкові амеби, олігохети та гастротрихи) були представлені по одному таксону.

2. Аналізуючи трофічні рівні гідробіонтів домінуючого комплексу перифітону аеротенку було виявлено, що серед 9 масових видів комплексу тільки 2 види (22%) відносяться до консументів першого порядку, це джгутикові (*Mastigamoeba invertens*) та інфузорія (*Aspidisca costata*). Інші 7 видів, які належать до 4 таксономічних груп відносяться до консументів другого порядку і складають 78% від загальної кількості масових видів біоценозу.

3. Трофічна ланка перифітону аеротенку очисної споруди ЦОС-1 міста виглядає наступним чином: бактерії → консументи 1-го порядку → консументи 2-го порядку.

4. Середня щільність консументів 1-го порядку складає 23610 екз/мл, що становить 71,6% від загальної середньої щільності біоценозу. Середня щільність консументів 2-го порядку була значно меншою і складала 9385 екз/мл (28,4%), що в 2,5 рази менше середньої щільності консументів 1-го порядку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Горова А.І., Лисицька С.М., Павличенко А.В., Скворцова Т.В. Біотехнології в екології : навч. посібник. Дніпро : Національний гірничий університет, 2018. 184 с.
2. Глоба Л.І., Заїка С.А., Гвоздяк П.І., Кілючицький П.Я. Прямочні біотехнології очищення води – біоконвеєри / Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В.Думанського НАН України , 2016. 123с.
3. Романенко В.Д. Основи гідроекології: підручник. Київ: Обереги, 2017. 728 с.
4. Л. А. Саблій, О. М. Бунчак, В. С. Жукова. Практикум з біотехнологій очищення води : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. 108 с.
5. Preparation of different activated sludge immobilized carriers and their organic wastewater treatment performance by microbial community. Environmental engineering science. 2019. 604–613.
6. ДСТУ 8606–1:2015. Вода природних джерел. Захист від забруднювання, Ч. 1. Основні положення. К. : ДП «УкрНДЦ», 2017. 71 с.
7. Айрапетян Т. С. Технологія очистки промислових стічних вод : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 73 с.
8. Айрапетян Т.С. Очистка побутових стічних вод та споруди і обладнання Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова. Харків : ХНУМГ, 2017. 121 с.
9. Айрапетян Т. С. Технологія очистки промислових стічних вод : конспект лекцій Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 120 с.
10. ДСТУ ISO 5667-2:2015. Якість води. Відбір проб. Частина 2. Методичні вказівки щодо методів відбору проб. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 14 с.

11. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод: Навч. посібник. Рівне : ВАТ «Рівненська друкарня», 2018. 622 с.
12. Василенко С.М., Епоян, Г. М. Водовідведення та очистка стічних вод міста. Курсове і дипломне проектування. Приклади та розрахунки: Навчальний посібник. Київ, Харків : КНУБА, ХНУБА, 2017. 572 с
13. В.О. Іваниця, Т.В. Гудзенко, Мікробіологічні методи очищення стічних вод від органічних забруднювачів : монографія. Одеса : Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2020. 135 с
14. Guo Y., Review on Advanced Treatment of Pharmaceutical wastewater. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2017. P. 63.
15. Tahrani L., Soufi L., Ben Mansour, Isolation and characterization of antibiotic-resistant bacteria from pharmaceutical industrial wastewaters. 2015. P. 54.
16. Чуб І.М. Методичні рекомендації до організації самостійної роботи, виконання лабораторних робіт та проведення практичних занять із дисципліни «Мікробіологія і хімія води». Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 94 с.
17. Замазій М.І Санітарна мікробіологія; Методичні вказівки для студентів II–III курсів спеціальності «Медицина». ХМНУ, 2020. 50 с.
18. S. Konontcev, L. Sabliy, M. Kozar, N. Korenchuk Treatment of recirculating water of industrial fish farms in phytoreactor with Lemnoideae *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2017. pp. 61–66.
19. Бургаз М.І. Біологічний моніторинг водного середовища: Конспект лекцій. Одеса : ОДЕКУ, 2019. 69 с
20. Рижков С.С. Обробка технологічних рідин та стічних вод : навч. посібник. Херсон : Грінь Д.С., 2017. 315 с.
21. Технологічні карти та інструкції ЦОС-1 КП «Водоканал» м. Запоріжжя: 2020. 25 с.
22. ДСТУ ISO 5667-1:2009. Якість води. Відбір проб. Частина 1. Методичні вказівки щодо проекту програм проведення відбору проб. [Чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 22 с

23. ДСТУ ISO 5667-6:2009. Якість води. Відбирання проб. Частина 6. Настанови щодо відбирання проб з річок і струмків (ISO 5667-6:2005, IDT). [Чинний від 2011-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2012. 12 с.
24. Ружинська Л.І. Аналітичний огляд методів очищення стічних вод в анаеробних фільтрах: навчальнотехнічний збірник / Ружинська Л.І., Баранова І.Г. Київ : Національний технічний університет України «КПІ», 2019. 100 с.
25. «Моніторинг поверхневих вод» для студентів спеціальності 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» освітній ступінь «бакалавр» усіх форм навчання: Навчальний посібник. Полтава : ПолтНТУ, 2017. 82 с.
26. ДСТУ ISO 5667-3-2021 Якість води. Відбирання проб. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами (ISO 5667-3:1994, IDT). [Чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2022. 21 с.
27. ДБН В.2.5-75:Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ : Межрегіон України, 2015. 75с.
28. Гвоздяк П.І. За принципом біоконвеєра. Біотехнологія охорони довкілля. Вісник НАН України. 2019. 36 с.
29. Monitoring of the Topmouth Gudgeon, *Pseudorasbora Parva* (Actinopterygii: Cypriniformes: Poland Acta Ichthyologica Et Piscatoria. 2017. 199 p.
30. Саблій Л.А., Бунчак О.М., Жукова В.С., Кононцев С.В. Обладнання та проектування в біоенергетиці та водоочищенні та управління безпекою праці. Підручник для студ. ВНЗ спец. «Біотехнології та біоінженерія», рекомєнд. Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського / Під ред. Л.А. Саблій, 2-е вид., перероб. і доп. Рівне : НУВГП, 2018. 377 с.
31. Саблій Л.А., Бойчук С.Д. Очищення стічних вод від органічних речовин в біореакторах з іммобілізованими мікроорганізмами. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки. 2013. С. 110-114.

32. Bouabidi Z. B., El-Naas M. H., Zhang Z. Immobilization of microbial cells for the biotreatment of wastewater: a review. *Environmental chemistry letters*. 2018. Т. 17, № 1. pp. 241-257.

33. Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Сакалова Г.В. та ін. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 2. Методи очищення стічних вод : підручник. Херсон : Олді-плюс, 2019. 298 с.

34. Запольський А. К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод. Київ : Лібра, 2018. 552 с.

35. ДСТУ 8606–1:2015. Вода природних джерел. Захист від забруднення, Ч. 1. Основні положення. К. : ДП «УкрНДЦ», 2017. 71 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А1 – Якісна характеристика стічних вод, що надходять на очисні споруди ЦОС–1 КП «Водоканал» за зимовий період

№ з/п	найменування інгредієнтів	Грудень	Січень	Лютий
1	азот амонійний	48.23	50	51.5
2	БСК 5	289.0	275	271
3	завислі речовини	275.0	266	265
4	залізо	1.54	1.64	1.5
5	мідь	0.037	0.05	0.04
6	мінералізація	601	692	646
7	нафтопродукти	1.520	1.39	1.44
8	нітрати	0.90	0.9	0.91
9	нітрити	0.012	0.02	0.01
10	ПАР	0.012	1.44	1.5
11	сульфати	80.24	92.6	86.5
12	феноли	0.0360	0.05	0.05
13	фосфати	15.13	13.7	13.7
14	хлориди	125.42	139	139
15	ХСК	680.0	628	628

Таблиця А2 – Якісна характеристика стічних вод, що надходять на очисні споруди ЦОС–1 КП «Водоканал» за весняний період

№ з/п	найменування інгредієнтів	Березень	Квітень	Травень
1	азот амонійний	43.37	48.93	52.68
2	БСК 5	285	272.0	261.0
3	завислі речовини	258	267.0	269.0
4	залізо	-	-	-
5	мідь	-	-	-
6	мінералізація	-	-	-
7	нафтопродукти	-	-	-
8	нітрати	1.12	1.02	0.87
9	нітриди	0.008	0.029	0.016
10	ПАР	-	-	-
11	сульфати	-	-	-
12	феноли	-	-	-
13	фосфати	13.06	15.19	15.83
14	хлориди	-	-	-
15	ХСК	624	623	634

Таблиця АЗ – Якісна характеристика стічних вод, що надходять на очисні споруди ЦОС–1 КП «Водоканал» за літній період

№ з/п	найменування інгредієнтів	Червень	Липень	Серпень
1	азот амонійний	52.57	51.68	47.53
2	БСК 5	276.0	276.0	279.0
3	завислі речовини	276.0	273.0	279.0
4	залізо	-	1.25	1.42
5	мідь	-	0.047	0.045
6	мінералізація	-	658	642
7	нафтопродукти	-	0.980	0.900
8	нітрати	1.17	0.83	0.87
9	нітрити	0.006	0.029	0.010
10	ПАР	-	0.010	1.27
11	сульфати	-	1.53	75.92
12	феноли	-	-	0.0360
13	фосфати	15.49	15.19	15.35
14	хлориди	-	-	140.04
15	ХСК	637	627	630

Таблиця А4 – Якісна характеристика стічних вод, що надходять на очисні споруди ЦОС–1 КП «Водоканал» за осінній період

№ з/п	найменування інгредієнтів	Вересень	Жовтень	Листопад
1	азот амонійний	51.24	49.02	48.30
2	БСК 5	274.0	277.00	283.0
3	завислі речовини	277.0	273.0	276.0
4	залізо	1.86	1.25	1.52
5	мідь	0.039	0.04	0.030
6	мінералізація	670	668.00	674
7	нафтопродукти	0.770	1.34	1.270
8	нітрати	0.91	0.78	0.92
9	нітрити	0.010	0.017	0.014
10	ПАР	1.12	1.26	1.16
11	сульфати	84.97	80.04	67.90
12	феноли	0.0300	0.034	0.037
13	фосфати	15.48	15.01	14.48
14	хлориди	125.86	140.04	134.72
15	ХСК	636	631	648