

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Зав. кафедрою екології

проф. _____ В. І. Чорна

«_____» _____ 2020 р.

Пояснювальна записка

До дипломної роботи

Освітнього ступеня «магістр»

На тему: «Ефективність методу озонування для очищення поверхневих вод у штучних водоймах»

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,

Групи МгЕ-1-19 спеціальності 101

«Екологія»

Кім Ігор Вільгельмович _____

Керівник _____ к.б.н., доц. Т.В.Ананьєва

Рецензент _____ к.с.-г.н. доц. Т.С.Шарамок

Консультанти:

1. Економіки природокористування _____ к.е.н., доц. Галаган Т. І.
2. Охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях _____ к. т. н., доц. Годяєв С. Г.

Дніпро 2020

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Факультет водогосподарської інженерії та екології

Кафедра екології

Спеціальність 101 „Екологія” для здобуття освітнього ступеня «магістр»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри екології

_____ проф. В.І. Чорна

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу здобувачеві вищої освіти

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. _____ Тема _____ роботи: _____

затверджена наказом по агроуніверситету від « ____ » _____ 20__ р. № _____

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи): « ____ » _____ 20__ р.

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: « ____ » _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пп	Назва етапів дипломного роботи	Термінь виконання етапів роботи	Примітка

Студент-дипломник _____ Кім І.В.

(підпис)

Керівник роботи _____ Ананьєва Т.В.

(підпис)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота складається з 6 розділів, в яких розкрита проблема в цілому та шлях її вирішення, містить 94 сторінки тексту, 20 таблиць, 24 рисунків, 48 літературних джерел.

Об'єктом дослідження є метод очистки води озоном з модифікацією технології дрібнодисперсного озонування

Предметом досліджень є якість води за гідрохімічними показниками після очищення методом озонування.

Мета роботи показати ефективність використання методів стандартного та дрібнодисперсного озонування для очищення поверхневих вод у штучних водоймах.

Для досягнення поставленої мети вирішувався ряд завдань:

1. Аналіз існуючих технологій очищення води для питного та комунального використання.
2. Аналіз хімічного складу води Київського водосховища до і після очищення озоном у різні сезони року.
3. Використання модифікованого методу дрібнодисперсного озонування для освітлення води у штучних водоймах.
4. Використання установки «Ніагара» для усунення органічних забруднень.

Методи: гідрохімічні, гідрофізичні методи дослідження якості води, методи очищення води озонуванням.

Ключові слова: Озонування, поверхневі води, штучні водойми, забруднення води, дрібнодисперсне озонування.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ПРИРОДНИХ ВОД (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	8
1.1. Водосховища як джерела водопостачання	8
1.2. Технології очищення природних вод від забруднення; показники якості води	11
1.3. Існуючі технології очистки питної води.....	16
1.4. Метод озонування. Теоретичні та практичні відомості.....	21
РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА ГОСПОДАРСЬКІ УМОВИ РЕГІОНУ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	28
2.1. Характеристика Київського водосховища як джерела господарсько- питного водопостачання	28
2.2. Технології очистки води Київського водосховища на очисних спорудах «Київводоканалу»	35
2.3. Обробка хлором; недоліки методу	38
2.4. Обробка води озоном	40
РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	45
3.1. Принцип методу очищення озонування	47
3.2. Модифікації методу озонування для очищення поверхневих вод	50
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	52
4.1. Аналіз хімічного складу води Київського водосховища до і після очищення озоном у різні сезони року	52
4.2. Використання модифікованого методу дрібнодисперсного озонування для освітлення води у штучних водоймах	62
4.3. Використання установки «Ніагара» для усунення органічних забруднень води	65
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	71

5.1. Дослідження стану з охорони праці на кафедрі екології.....	71
5.2. Дослідження виробничого травматизму на кафедрі.....	72
5.3. Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з установкою «НІАГАРА».....	72
5.3.1. Загальні положення.....	72
5.3.2. Вимоги безпеки праці перед початком роботи.....	75
5.3.3. Вимоги безпеки праці під час роботи.....	77
5.3.4. Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях.....	77
5.3.5. Вимоги безпеки праці після закінчення роботи.....	78
5.4. Дії в надзвичайних ситуаціях.....	79
5.5. Рекомендації з поліпшення стану з охорони праці при роботі з.....	79
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	80
6.1. Організація досліджень.....	80
6.1.1. План проведення дослідження.....	80
6.1.2. Побудова сітьового графіку	81
6.1.3. Витрати, пов'язані з проведенням дослідження.....	86
6.2. Розрахунок ціни дослідження.....	90
ВИСНОВКИ	91
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	92
ДОДАТКИ.....	97
Додаток А Тези доповідей в матеріалах Регіональної науково-практичної конференції «Вода та зміни клімату – прискорення дій».....	98
Додаток Б Тези доповідей в матеріалах Четвертої міжнародної науково- практичної конференції «Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем».....	103
Додаток В Динаміка основних гідрохімічних та гідрофізичних показників якості води за сезонами року.....	110

ВСТУП

Основними джерелами централізованого водопостачання є поверхневі води, від стану яких залежить якість питної води. Україна відноситься до малозабезпечених країн за запасами вод, доступних для використання. Для 70 % населення джерелом питного водопостачання виступають поверхневі води Дніпра. Басейн Дніпра на території України представляє каскад шести водосховищ з невеликими русловими ділянками річки між ними, яких недостатньо для підтримки здатності до самоочищення.

На станціях водоочищення в Україні поверхневі води переважно проходять традиційну технологію очищення води. Вона включає в себе реагентну обробку, відстоювання, освітлення, фільтрування та обробку хлором.

При цьому органічні речовини, що знаходяться в поверхневих водах в значній кількості, різко погіршують органолептичні показники води, підвищуючи кольоровість, і надають несприятливого впливу на організм людини. Також вони вимагають використання для очищення води збільшеної дози коагулянтів та флокулянтів тощо.

Водосховища – один з важливих кліматоутворюючих компонентів ландшафту. Крім того, для м. Києва Київське водосховище є головним джерелом водопостачання. У зв'язку з цим відстеження стану екологічної системи водойм є актуальним завданням.

Окрім того відомо, що склад води у водосховищах з часу введення їх в експлуатацію змінюється. Це пов'язано, зокрема, з ефектом «старіння» водосховищ. Це підтверджують, зокрема, і результати аналізів води, наведені в дипломній роботі. В той же час наявні системи очистки води були побудовані з урахуванням складу води, притаманному водосховищу у 70-ті роки і не враховували, зокрема, ефекту «цвітіння» води.

В дипломній роботі розглянуті сучасний стан води у Київському водосховищі, схема водоочистки, що використовується на АК «Київводоканал». Реалізація вдосконаленої схеми очищення питної води, з урахуванням змін у складі води за кілька десятків років з моменту пуску в експлуатацію, дає можливість забезпечити киян більш якісною водою при менших витратах реагентів.

Об'єктом дослідження є метод очистки води озоном з модифікацією технології дрібнодисперсного озонування

Предметом досліджень є якість води за гідрохімічними показниками після очищення методом озонування.

Мета роботи – показати ефективність використання методів стандартного та дрібнодисперсного озонування для очищення поверхневих вод у штучних водоймах.

Для досягнення поставленої мети вирішувався ряд завдань:

1. Аналіз існуючих технологій очищення води для питного та комунального використання.
2. Аналіз хімічного складу води Київського водосховища до і після очищення озоном у різні сезони року.
3. Використання модифікованого методу дрібнодисперсного озонування для освітлення води у штучних водоймах.
4. Використання установки «Ніагара» для усунення органічних забруднень.

В ході виконання дипломної роботи використані методи очищення води озонуванням; гідрохімічні, гідрофізичні методи дослідження якості води.

РОЗДІЛ 1. СТАН ДЖЕРЕЛ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ ПРИРОДНИХ ВОД (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Водосховища як джерела водопостачання

В Україні водосховищами вважають штучні і природні (озерні) водойми з уповільненим водообміном, об'ємом більше 1 млн. м³, рівневий режим яких штучно змінений і постійно регулюється (контролюється) гідротехнічними спорудами з метою накопичення і подальшого господарського використання запасів води [25].

Важливо підкреслити, що водосховища можна систематизувати за багатьма ознаками, обираючи будь-які якісні властивості і кількісні критерії. Однак найважливішими є ті ознаки, які визначають основні риси природних процесів і напрямків господарського використання цих водойм, що необхідні для розуміння процесів, які в них відбуваються.

Перш за все в основу типізації водосховищ може бути покладена ознака генезису. Використовуючи його, слід виділяти: водосховища в долинах річок, перегороджені греблями (в тому числі і розташованих на тимчасових водотоках); регульовані озера (озера-водосховища); наливні водосховища, водосховища в місцях виходу ґрунтових вод, карстових районах; водосховища, створені в прибережних ділянках моря і естуаріях, відокремлених від них дамбами [2].

Водосховища – об'єкти азональні. В залежності від тих чи інших потреб народного господарства водосховища можна створити в будь-якій географічній зоні, там де це дозволяють умови рельєфу і стоку. Однак на особливості водного, хімічного та біологічного режимів штучних водойм впливає сукупність зональних і азональних факторів, які необхідно враховувати при будівництві[8].

Із азональних факторів найважливіший – рельєф. Водосховища можуть бути створені в умовах як сильно, так і помірно розрізаного рельєфу в межах низин, горбистих рівнин, передгір'їв, плато, плоскогір'я, гірських долин і каньйонів. Характер рельєфу місцевості визначає площі затоплення земель на одиницю об'єму і напору, морфологію і морфометрію водосховища, частково режим роботи і наповнення, вплив штучної водойми на природне середовище і, нарешті, можливість комплексного чи галузевого використання [8].

Водосховища рівнин характеризуються такими ознаками: значною площею дзеркала та площею затоплення земель на одиницю об'єму і напору; невеликою і середньою максимальною глибиною (15–25 м); невеликою і середньою глибиною спрацювання (в межах 2–7 м); великою зміною площі дзеркала під час коливань рівня; інтенсивністю переробки берегів і підтоплення земель; комплексним використанням [1].

Водосховища істотно відрізняється за параметрами, режимними характеристиками, напрямками господарського використання і впливом на природні умови. Водосховища класифікують за об'ємом і площею (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Класифікація водосховищ за розміром

Категорія водосховищ	Повний об'єм, км ³	Площа водного дзеркала, км ²
Найбільші	Більше 50	Більше 5000
Дуже великі	50-10	5000-500
Великі	10-1	500-100
Середні	1-0,1	100-20
Невеликі	0,1-0,01	20-2
Малі	менше 0,01	менше 2

Незважаючи на будівництво водосховищ і значний ступінь їх вивченості, на сьогоднішній день відсутнє загальноприйняте їх визначення.

Найповнішим є визначення Матарзіна Ю. М: Водосховище – антропогенна ланка загального процесу стоку, штучна водойма, яка створена на базі природних (річок, озер) або в спеціально створених чашах (копані), новий водний об'єкт зі штучно регульованою за певним планом ємкістю і дзеркалом, що мають специфічні умовні формування і гідрологічний режим. Водосховища – це штучні водні об'єкти, які швидко створюються. Їх режим планується заздалегідь і обслуговуються взаємодією природних і антропогенних факторів. У новому створеному водному об'єкті різко змінюються і зовсім поновому розвиваються внутрішньоводні процеси (гідродинамічні, гідрохімічні, гідробіологічні та ін.). Створення водосховищ порушує відносну рівновагу в природі: починають загострюватися і більш інтенсивно протікати природні процеси. У результаті у зоні впливу водосховищ відбуваються зміни кліматичних умов, підвищується рівень підземних вод, перебудовуються ґрунтово-рослинний комплекс, розвиваються підтоплення, заболочування і т.п. [4].

Спорудження водосховищ приводить до змін тривалості водообміну в річках. Вирішити проблему задоволення постійно зростаючих потреб народного господарства у воді дозволяють водосховища, які створюються для забезпечення стоку річок у часі, а також по території країни.

Основним моментом при організації постачання міст водою питного призначення є вибір джерела водопостачання і забезпечення належної якості питної води.

Якість води джерел централізованого господарсько-питного водопостачання має дотримуватися регламенти на питну воду. У зв'язку з цим встановлені нормативні вимоги. Поверхневі джерела водопостачання діляться на три класи [19]:

1. Клас – для отримання води потрібно знезараження, фільтрування з коагулюванням або без нього;

2. Клас – для отримання води потрібно коагулювання, відстоювання, фільтрування, знезараження; при наявності фітопланктону - мікрофільтрування;

3. Клас – доведення якості води досягається методами обробки, передбаченими у 2-му класі, з застосуванням додаткових - додаткової щаблі освітлення, застосування окислювальних і сорбційних методів.

1.2. Технології очищення природних вод від забруднення;

показники якості води

Вимоги, яким повинна відповідати вода, викладені в санітарних нормах і правилах (СанПіН) і міжнародних нормативах Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) [36].

За вимогами, які викладені в санітарних нормах, питна вода повинна бути безпечна в епідеміологічному і раціональному відношенні, нешкідлива за хімічним складом, і мати прийнятні органолептичні властивості.

Ознаками якості води поверхневих джерел, в порівнянні з підземними, є більш низький рівень мінералізації, більша кількість зважених речовин, висока кольоровість і високий рівень мікробного забруднення [8].

До фізичних показників якості води відносяться: температура, запах, смак, кольоровість, каламутність.

Хімічними показниками є: загальна кількість розчинених речовин або сухий залишок, активна реакція або рН води, окиснюваність, лужність, наявність різних компонентів [9].

Біологічні показники визначаються наявністю водних організмів, які знаходяться на поверхні (планктон) і в товщі (нейстон) води.

Бактеріологічні, або санітарні показники, характеризують вмістом у воді бактерій кишкової палички, а також загальну бактеріальну забрудненість.

Вимоги до якості природних вод залежать від їх цільового призначення. Розрізняють воду, що використовується для господарсько-побутових цілей, сільськогосподарських і технологічних цілей, охолодження.

Під кольоровістю розуміється природне забарвлення природної питної води. Кольоровість побічно характеризує наявність у воді деяких органічних розчинених речовин і є одним з важливих показників, який дозволяє правильно вибрати систему водопідготовки. Головними «винуватцями» кольоровості води, є речовини, що вимиваються з ґрунту (в основному гумінові і фульвові кислоти) [43]. Також треба враховувати вплив водоростей.

ХСК (хімічне споживання кисню), або окиснюваність – показник, що характеризує інтегральну забрудненість води, тобто вміст у воді окиснювальних органічних домішок, які в певних умовах окиснюються сильним хімічним окиснювачем. Це кількість міліграмів кисню, еквівалентна кількості реагенту (окиснювача), який пішов на окиснення речовин, що містяться в 1 л води. Розрізняють декілька видів окиснюваності води: перманганатна, біхроматна, йодатна [43].

На практиці для визначення характеристики питної води використовується перманганатна окиснюваність. Відповідно, чим більше це значення, тим вище концентрація забруднювачів.

Води, що мають забруднення у вигляді органічних сполук, згубно впливають на стан водойм і організм людини.

Згідно [48], гранично допустимий показник перманганатної окиснюваності (ПМО) у питній воді складає $5,0 \text{ мгО/дм}^3$. Отже, якщо перманганатна окиснюваність у воді перевищує нормативну величину, необхідне очищення води від органіки одним з існуючих методів. Високий показник перманганатної окиснюваності свідчить про присутність серед органічних речовин (гумінові і фульвокислоти, рослинна органіка і т.д.) значної частки залізобактерій.

Хімічний склад і властивості гумінових і фульвокислот визначають їх дисперсний стан, процентний вміст і співвідношення в поверхневих водах (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Характеристика гумусових кислот

Показник	Гумінові кислоти	Фульвокислоти
елементарний склад		
P	46-62%	36-44%
H	3-5%	3-5%
N	3-6%	3-4,5%
O	32-38%	45-50%
Тип	амфотерний поліелектроліт	амфотерний поліелектроліт
Молекулярна маса: Діапазон	1000 - 1000000	100 - 50000
Середня маса	10 000	5000
Функціональні групи	Амін, амідні, фенольні, карбоксильні	Амін, амідні, фенольні, арбоксильні
Водневий показник, рН	3; 4,77; 10,0	4,3; 8,0; 9,3
Розчинність в воді Кислот	нерозчинні	розчинні
солей натрію	розчинні	розчинні
Комплекси: Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Fe ³⁺ , Al ³⁺ + і ін.	нерозчинні	розчинні
Вміст в річках, % від кольоровості	0-20	80-100
Питома кольоровість, град / мг	12,2	3,1
Питома перманганатна окислюваність на мг кислот	0,79	0,45
Питома перманганатна окислюваність на град кольоровості	0,065	0,145

Різноманітність гумусових кислот з молекулярної масі, кількості і виду функціональних груп, різна розчинність їх у воді вимагає застосування комплексної технології очищення води [36].

Здатність гумусових речовин утворювати розчинні комплекси з алюмінієм призводить до незадовільної якості води за багатьма показниками, в тому числі: кольоровості, каламутності, вмісту органічних речовин і

змістом розчиненого алюмінію. У період паводків, як було сказано вище, підвищується кольоровість і вміст завислих речовин. Спроби збільшити дозу коагулянту при водопідготовці не дають необхідного ефекту. Натомість, у воді підвищується концентрація залишкового алюмінію [9].

Аналіз даних показує, що більшість основних річок характеризуються підвищеною окислювальністю, кольоровістю (до 3 і більше ГДК) і відносно малою мутністю вод (до 50 мг/л). Це пояснюється тим, що приблизно 1/3 території припадає на райони, де річки беруть початок і протікають через болота. При цьому водні джерела насичуються природними органічними домішками гумусової природи (гуміновими і фульвокислот), які головним чином обумовлюють кольоровість і окислюваність води. Це деякою мірою відноситься і до Київського водосховища.

Під технологією поліпшення якості води передбачаються процеси, які спрямовані на зміну її фізико-хімічних і біологічних властивостей (табл. 1.3).

Основною метою обробки води є її отримання, придатне для побутових, промислових потреб. Основними методами водо підготовки є:

1) механічна очистка води – спрямована на видалення з води великих забруднюючих частинок (піску, планктону, і інших важких суспензій), здійснюється перед надходженням води на очисні споруди.

2) хімічне, або реагентне очищення води – проводиться для приведення до нормативних показників якості води за допомогою освітлення, коагуляції, фільтрації, пом'якшення та знезараження.

Таблиця 1.3 – Методи обробки води для поліпшення її якості

Показники якості води	Допустимі величини	Методи обробки води
Присмак і запах	Для питної води при температурі 20 градусів не більше 2 балів	Обробка хлором, озоном, активованим вугіллям.

Зміст зважених речовин	Для питної води не більш 2 мг/л	Природне відстоювання, відстоювання з попереднім коагулюванням
Кольоровість	Для питної води не більш 20 градусів	Коагулювання з подальшим відстоюванням і фільтруванням, хлорування, озонування

Під освітленням води розуміється видалення зважених речовин. В основному потрібна для поверхневих вод. Освітлення води проводиться на початковому етапі очищення питної води і може бути досягнуто шляхом відстоювання води у відстійниках, шляхом освітлення і фільтрування.

Для визначення кількості органічних забруднювачів введено інтегральну величину – хімічне споживання кисню (ХСК). У відношенні до питної води оперують ХСК, що визначається за допомогою титрування розчином перманганату, або перманганатну окислювальність.

Перманганатна окиснюваність є величина, яка характеризує загальний вміст у воді органічних і мінеральних речовин. Виражається в міліграмах кисню, витраченого на окислення речовин, які містяться в 1 літрі води.

Для видалення органічних забруднень в природній воді використовуються різні методи: реагентні, включаючи озонування; безреагентні, включаючи мембранний поділ; іонообмінні та інші.

Останнім часом все більшу популярність отримує обробка води озоном. Цей метод запобігає утворенню хлорорганіки, дозволяє зменшити кількість хлору для подальшої обробки води.

1.3. Існуючі технології очистки питної води

У процесі комунального водоочищення, вода, що згодом подається по системах централізованого водопостачання населених пунктів, очищується у відповідності з вимогами стандартів якості та санітарно-гігієнічних норм. Якісна промислова очистка води повинна бути комплексною. Механічне очищення води у мережі центрального водопостачання – початкова стадія водопідготовки. Механічне очищення передбачає використання промислових фільтрів для води, які видаляють з неї різні домішки: фрагменти трубопроводів, іржу;глину, пісок та інші суспензії.

Сучасні промислові фільтри для механічного очищення води бувають різних розмірів та з різним завантаженням. Розмір та тип завантажувального матеріалу повинен підбиратися у відповідності до результатів проведеного заздалегідь аналізу вихідної води.

Коагуляція спрямована на очищення води від колоїдно-дисперсних речовин. Це – реагентний метод, що найчастіше використовується на водоканалах. Коагулянти, в ролі яких виступають солі алюмінію, допомагають дрібним часткам органіки, які знаходяться в підвішеному стані (планктон, мікроорганізми) склеюватися між собою, тим самим перетворюючи їх у важкі пластівці, які випадають в осад. Для того, щоб підсилити зчеплення частинок між собою, додають флокулянти.

Відстоювання води відбувається в спеціальних резервуарах з переливним механізмом, де нижній шар рідини рухається повільніше верхнього шару. Завдяки тому, що швидкість води в резервуарі низька, створюються умови для випадання в осад важких забруднених часток – скоагульованого планктону, мікроорганізмів тощо.

Подальша фільтрація допомагає позбутися від домішок хімічного і біологічного походження, які знаходяться у воді на 95 %.

У той же час задача звільнення води, що обробляється, від органічних домішок, не є настільки однозначною і тому часто потребує додаткової обробки води.

В процесі пом'якшення жорсткої води з неї видаляються катіони магнію та кальцію. Завдяки пом'якшенню води не утворюється накип, що впливає на ефективність роботи побутових приладів (кип'ятильників, чайників, пральних машин) та сантехніки. Знижується ризик засмічення каналів пристроїв та систем, через які проходить вода. Це значно знижує енерговитрати, підвищує ефективність та терміни експлуатації обладнання.

Залізо та марганець, що містяться у воді, негативно впливають на здоров'я людей: погіршують роботу нирок, печінки та викликають алергію. Тому при подачі води з власних свердловин або по старих водопровідних трубах її необхідно знезалізнювати та очищати від марганцю за допомогою промислових фільтрів для води.

Це не тільки поліпшить якість води. Видалення заліза з води завадить утворенню накипу та осаду. Це поліпшить роботу сантехніки, посудомийних, пральних машин, істотно знизить корозію металевих поверхонь обладнання та водопроводів.

Велика концентрація сірководню, аміаку та амонію свідчить про бактеріальне забруднення води. Ці елементи також погіршують її смак та запах. Очищення води від амонію, аміаку та сірководню за допомогою промислових фільтрів для води робить її не тільки безпечною для здоров'я людей та придатною для пиття. Вода, насичена цими елементами, значно знижує ефективність і термін експлуатації теплових мереж та теплообмінників. Проте для поверхневих джерел ці забруднювачі не є характерними.

В процесі цього етапу в воді пригнічується життєдіяльність хвороботворних організмів.

Методи знезараження води:

1. Хімічний (реагентний) – вода знезаражується за допомогою біологічно активних хімічних сполук.

2. Фізичний (безреагентний) – метод очищення води за допомогою ультрафіолетових ламп або озонування.

3. Комбінований – включає в себе як реагентний, так і безреагентний методи знезараження води.

Використовувані в практиці технологічні схеми з очистки поверхневих вод до якості питної води можна класифікувати за такими ознаками: реагентні і безреагентні, за ефектом освітлення, по числу ступенів технологічної схеми, за характером руху води (напірні і безнапірні).

Як реагентні, так і безреагентні технологічні схеми використовуються для підготовки води на господарсько-питні потреби. Обробка води із застосуванням реагентних методів протікає інтенсивніше і ефективніше. Наприклад, для осадження основної маси зважених і колоїдних часток за реагентної обробки необхідно 2–4 години, а у випадку гравіметричного осадження – кілька діб. Так само застосуванні того чи іншого методу, впливає на швидкість фільтрування, в першому випадку фільтрування здійснюється зі швидкістю 5–12 м³/год, а без використання реагентів – 0,1–0,3 м³/год. При використанні реагентів водоочисні споруди значно менше за обсягом, але складніше в експлуатації, в порівнянні з безреагентним очищенням. Тому безреагентні схеми водопідготовки з повільними, акустичними фільтрами і з гідроциклоном, як правило, застосовують для водопостачання невеликих споживачів.

Вибір схеми обробки води проводиться виходячи з якості вихідної води і санітарних вимог, що пред'являються споживачем.

Розглянемо кілька існуючих реагентних технологічних схем обробки води:

1) реагентну схему водопідготовки із застосуванням відстійників і фільтрів;

2) реагентну схему водопідготовки із застосуванням освітлювачів і фільтрів.

Принцип дії технологічної схеми, показаної на рис. 1.1, заснований на коагулюванні і послідовному освітленні води у відстійниках і на фільтрах [5].

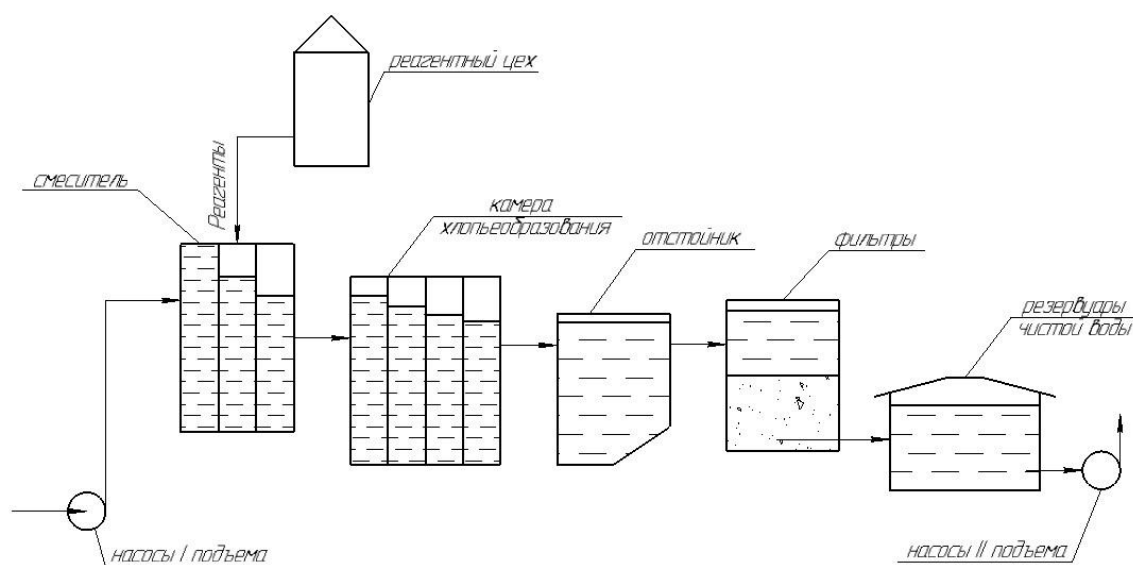


Рисунок 1.1 – Реагентна схема водопідготовки із застосуванням відстійників і фільтрів

За допомогою насосів I підйому природна вода подається в змішувач. Одночасно в змішувач подаються хімічні речовини (реагенти), які були приготовлені в цеху (реагентне господарство) [5].

Після того, як вода змішалася з реагентами, вона надходить у камеру пластівцеутворення, де відбувається фізико-хімічний процес злипання зважених і колоїдних часток у пластівці. Потім вода потрапляє у відстійник, де рухається з низькою швидкістю [17].

На цьому етапі основна маса пластівців, що утворилися, випадає в осад (на дно відстійників), відділяючись від оброблюваної води. З відстійників вода подається на фільтри для освітлення, шляхом пропуску через товщу піщаного шару. Освітлену воду збирають в резервуарах чистої води (РЧВ), попередньо піддаючи її знезараженню.

В процесі очищення води в товщі фільтрів накопичуються забруднення, які необхідно видаляти. Відбувається це за допомогою відключення фільтра з наступним промиванням. Оброблена вода насосами II підйому перекачується в мережу споживачам.

Основною перевагою даної схеми є використання відстійників спільно з камерами пластівцеутворення, що дозволяє очищати воду будь-якої кольоровості і каламутності [17].

Недоліками вищезгаданої схеми, можна виділити відносно великі розміри обладнання та їх високу вартість.

Технологічна схема, представлена на рис. 1.2, так само призначена для знебарвлення та знезараження води. Відмінність від схеми, показаної на рис.1.1, полягає в тому, що в ній замість відстійників застосовуються освітлювачі.

При їх установці не потрібне застосування камери утворення пластівців, а в освітлювачах завдяки доброму перемішуванню води, що поступає і контактує з осадом, раніше утвореним пластівцями, процес коагуляції частинок відбувається набагато ефективніше і швидше [5].

Схема показана на рис. 1.2 за кількістю технологічних процесів є двохстадійною. Перший процес – обробка води в шарі зваженого осаду, другий – фільтрування. Обидва ці процеси відбуваються послідовно і одноразово, тобто в один ступінь. Зазвичай, на станціях водопідготовки застосовують не менше 2 споруд кожного типу. Таким чином, можна забезпечити безперервність роботи очисних станцій в випадки аварії або при відключеннях окремих споруд для експлуатаційних цілей. Висоту розташування споруд передбачають таким чином, щоб вода рухалася самоплином, тобто без додаткового перекачування. Технологічні схеми, представлені на рис. 1.1 і 1.2 передбачені з урахуванням цієї вимоги.

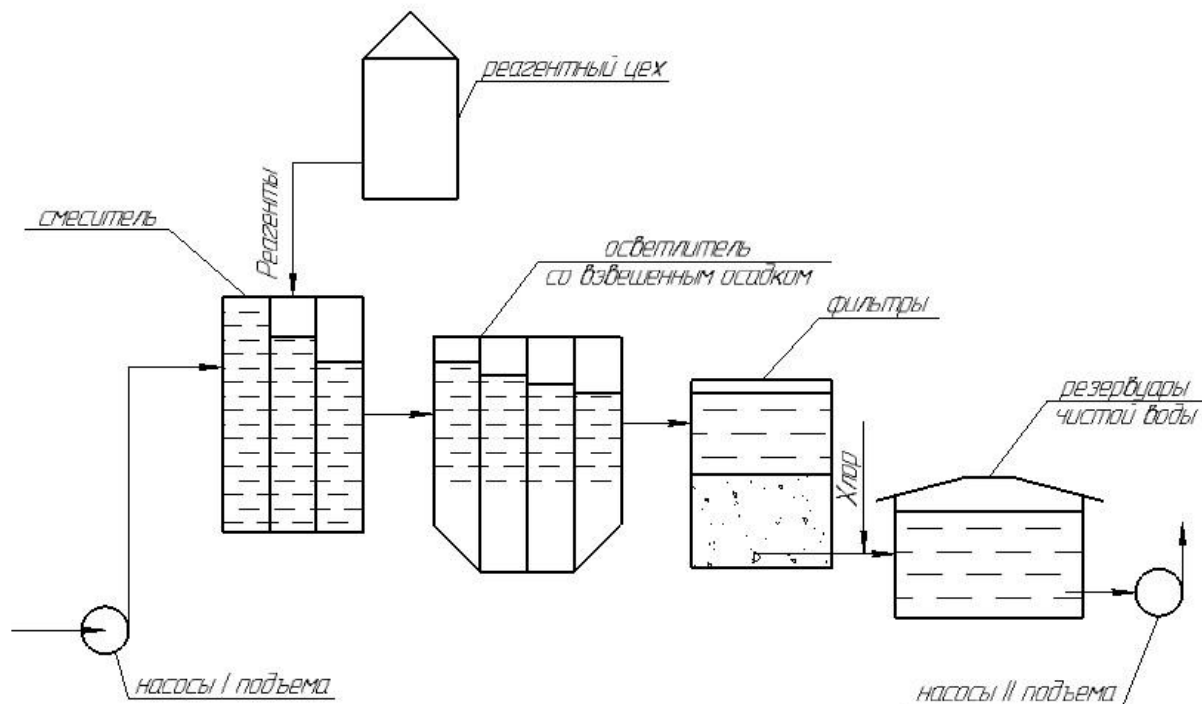


Рисунок 1.2 – Реагентна схема водопідготовки із застосуванням освітлювачів і фільтрів

Треба врахувати також необхідність подальшого знезараження води, що відбувається, як правило, шляхом її хлорування.

Вибір типу водоочисних споруд і визначення оптимального складу реагентів повинен проводитися на підставі хімічних і технологічних аналізів оброблюваної води.

1.4. Метод озонування. Теоретичні та практичні відомості

Очищення води озонуванням протікає по одній з чотирьох реакцій: прямого окислення, непрямого окислення, каталізу або озоноліза. Окрім хімічної дії, озон проявляє себе і як флокулянт, що дозволяє застосовувати його вже на стадії механічної обробки води для коагуляції зважених часток.

Доза озону, яка необхідна для знезараження води, варіюється в залежності від вмісту в ній органічних речовин, температури і водневого

показника [21]. Також кількість озону залежить від часу контакту води і озону.

При обробці води озон відбувається поліпшення органолептичних показників води (кольоровість, запах, присмак). Якщо кольоровість обумовлена змістом гумінових кислот, то введення озону з подальшою фільтрацією дозволяє досягти нормативних вимог щодо змісту зважених речовин, заліза, марганцю і кольоровості.

Неприємні присмаки і запахи обумовлені присутністю сполук мінерального і органічного походження, що знаходяться в розчиненому і колоїдному стані. Озон окисляє ці сполуки, розщеплює, що в свою чергу призводить до усунення присмаків і запахів.

Впровадження процесу озонсорбційного очищення дозволило здійснити глибоке очищення від органічних сполук, в тому числі техногенного походження, які потрапляють в вододжерела.

В технології очищення води із застосуванням озону існує ряд переваг:

- набагато швидше знищуються мікроорганізми (водорості, бактерії, віруси);
- озонова вода не має неприємних смакових якостей і запаху;
- не змінюється кислотність води і не змінює мінеральний склад.

В таблиці 1.4 наведені дані щодо окиснення озоном.

Таблиця 1.4 – Загальні характеристики процесу окиснення озоном

Речовина	Дані по окисненню озоном
Феноли та його похідні	Всі феноли при озонуванні з розкриттям бензольного кільця; хлор-, нітро- та аміно- феноли при окисненні відповідно утворюють хлорид та нітрид-іони. Питома витрата озону залежить від вигляду похідних фенолу, величини рН і вагається від 0.4 до 2.5 мг/мг фенолу. Міра очищення складає 97-98%.

Гідролізний лігнін та гуміноподіні речовини	Дані з'єднання містяться в стоках мікробіологічних виробництв (дріжджове, спиртне, гідролізне, лимонної кислоти і ін.). Витрату озону складає всього 10-35 мг/л стічної води.
Водорозчинні смоли	Містяться в стоках підприємств по виробництву деревно-волокнистих і деревно-стружкових плит, виготовлення пластмас і лаків. Дані з'єднання інтенсивно розкладаються озоном, при цьому хінон і гідрохінон не виявляються в стоках. Витрата озону при цьому складає 0.5-1.0 мг/розчиненої смоли. Міра очищення – не нижче 90%.
СПАР	Речовини цього ряду поширені в стоках виробництв синтетичних миючих засобів. СПАВ добре окислюються в будь-яких середовищах при питомій витраті озону 1-20 мг/ мг речовини.
Барвники	Метод озонування є універсальним по відношенню до всіх основних груп фарбників, розчинних у воді. Він дозволяє не лише видалити забарвлення води, але і підвищити її здатність до її подальшому очищенню.
Стирол	При початковій концентрації 50-150 мг/л можлива ефективність очищення до 90%.

Як недоліки можна виявити високі енерговитрати на виробництво, що тягне за собою збільшення вартості експлуатації.

Для визначення необхідної дози озону при первинному озонуванні води озон вводять у вихідну воду. Доза озону варіюється в межах 0–20 мг/л. Доза озону залежить від якості оброблюваної води і здатності забруднень окислюватися озоном.

При озонуванні кольорових вод озон дозволяє істотно знизити кольоровість води. За результатами пробного озонування, представленого на рис. 1.3–1.7, можна визначити ефективність озону щодо зниження

кольоровості води і встановити необхідну дозу озону для досягнення заданого ступеня очищення [21].

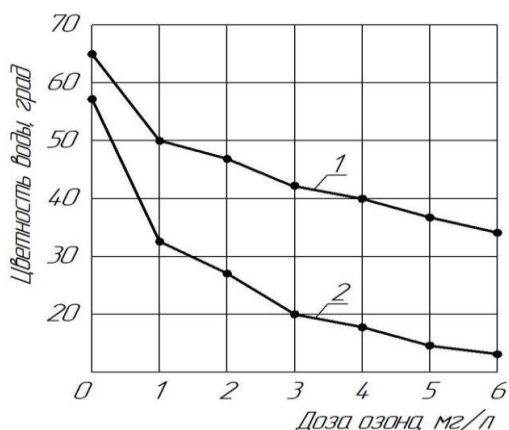


Рис. 1.3 – Ефективність очищення кольорових вод озонуванням при водах середньої кольоровості: 1 – кольоровість води; 2 – окиснюваність.

Для визначення ефективності вторинного озонування води аналогічні досліди проводять при введенні озону в освітлену воду на першому ступені очищення води.

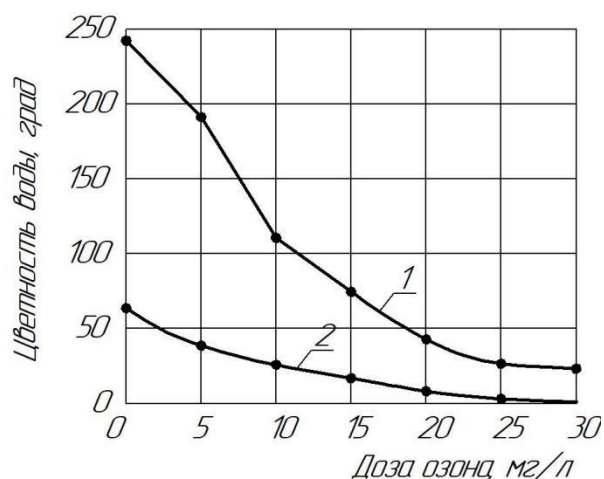


Рис. 1.4 - Ефективність очищення кольорових вод озонуванням при високольорових водах 1 - кольоровість води; 2 – окиснюваність.

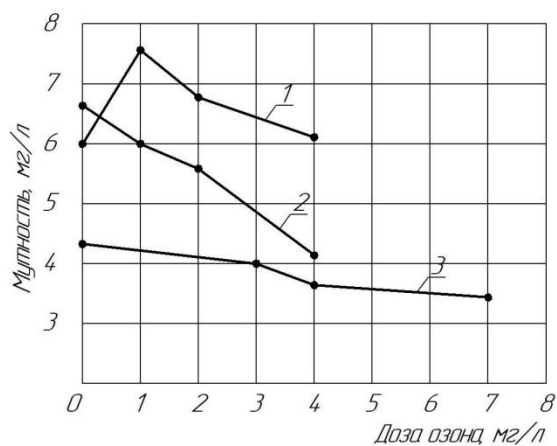


Рис 1.5 – Вплив дози озону на якість води по каламутності: 1 - в червні; 2 - в листопаді; 3 - в лютому.

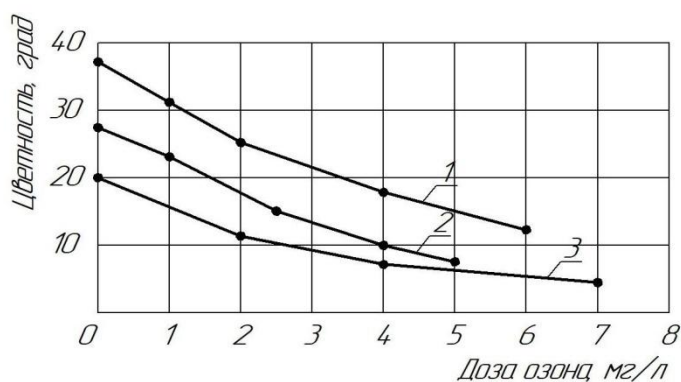


Рис 1.6 - Вплив дози озону на якість води по кольоровості: 1 - в червні; 2 - в листопаді; 3 - в лютому.

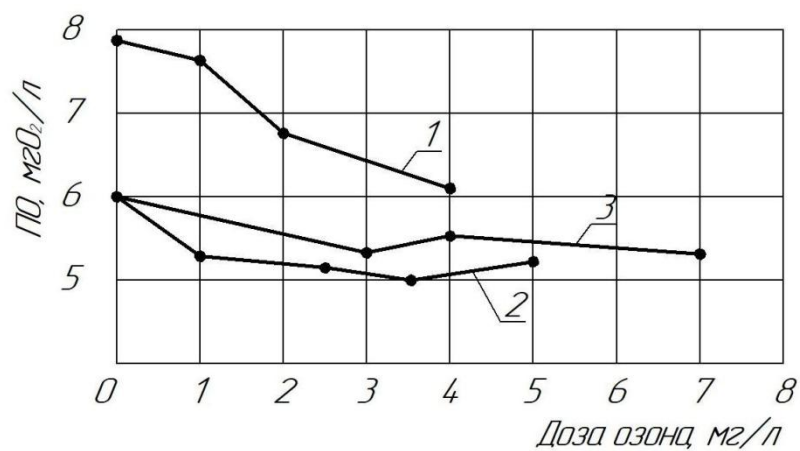


Рис 1.7 – Вплив дози озону на якість води по перманганатна окиснюваність: 1 - в червні; 2 - в листопаді; 3 - в лютому.

Як видно, при обробці озоном зміна такого показника як каламутність відбувається неоднозначно. Спочатку каламутність зменшується, а зі збільшенням дози озону, може збільшитися. Це пояснюється тим, що під дією певної дози озону виникає процес коагуляції колоїдних частинок, які присутні у воді. Залежно від якості води коагулююча дія озону проявляється по різному, в результаті цього каламутність може то зменшуватися, то збільшуватися.

У 2000 р в Києві на Дніпровській водопровідній станції була прийнята вперше в експлуатацію технологічна схема з використанням первинного озонування та проведені дослідження із застосування. Зміни після застосування в технології первинного озонування представлені таблицях 1.5 і 1.6 [52].

Озонування дозволяє поліпшити якість питної води за багатьма показниками. Але найбільш відчутний ефект був зафіксований в області зниження утворення побічних речовин, такі як: залишковий алюміній. Зміст залишкового алюмінію при озонуванні знизилося на 90%, у тому числі за рахунок зменшення дози коагулянту після озонування в 10 разів. Також вдалося знизити дозу хлору за рахунок відсутності його витрат на прехлорування. Незважаючи на те, що витрати на споживання електроенергії збільшуються при виробництві озону, загальні витрати на витратні матеріали і енергоресурси разом скорочуються на 40 %.

Таблиця 1.5 – Показники якості води в технології первинного озонування

Показник	технологія		Зниження показника,%
	без озону	З озоном	
Окислюваність, мг/л	3,68	3,54	4
Каламутність, мг/л	1,1	<0,58	48
Кольоровість, град	12	10	17

Остаточний алюміній, мг/л	0,41	<0,04	90,3
---------------------------	------	-------	------

Таблиця 1.6 – Техніко-експлуатаційні показники в технології первинного озонування

Техніко-експлуатаційний показник	Технологія		Зниження показника,%
	Без озону	З озоном	
Доза озону, мг/л	0	3	-
Витрата коагулянту, т / добу	13	1,1	-90,5
Витрата хлору, кг / доб	360	300	-17
Споживання електроенергії, кВт · год / добу	133 405	146 091	+9,5
Витрати на коагулянт, тис.грн/доб	39	3,3	-90,5
Витрати на електроенергію, тис.грн/доб	38,29	41,93	+9,5
Витрати на хлор, тис.грн /доб	1,3	1,08	-17
Сумарні витрати (коагулянт, хлор, електроенергія), тис.грн/доб	78,59	46,31	-41

РОЗДІЛ 2. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА ГОСПОДАРСЬКІ УМОВИ РЕГІОНУ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика Київського водосховища як джерела господарсько- питного водопостачання

Київське водосховище є головним (верхнім) в Дніпровському каскаді (рис 2.1). На відміну від інших водосховищ на Дніпрі, роль поверхневого стоку у формуванні його гідрохімічного режиму дуже вагома. Розподіл припливу води до Київського водосховища з верхнього Дніпра, Прип'яті і, в меншій мірі, р. Тетерів носить, в основному, природний характер.

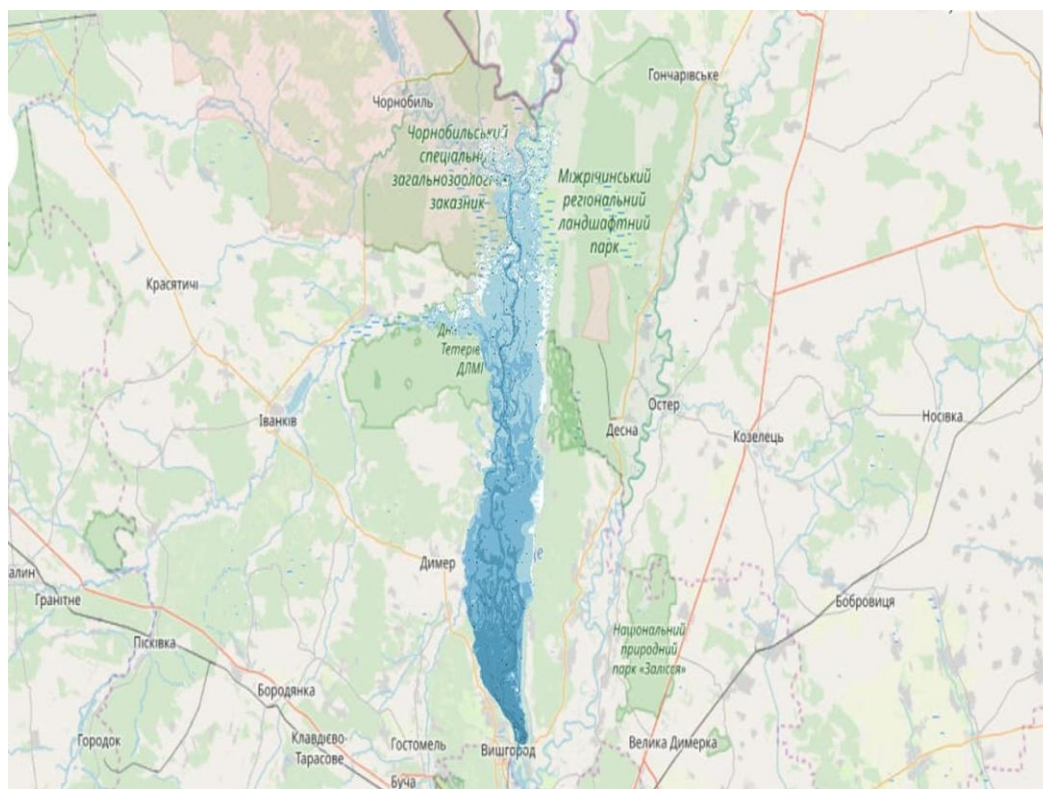


Рисунок 2.1 – Карта-схема Київського водосховища.

Водосховище споруджене в 1955–1957 рр. після завершення будівництва греблі Київської ГЕС. Основне призначення – вироблення

електроенергії, поліпшення судноплавства, водопостачання. Водосховище є водним об'єктом, що знаходиться у власності України. Промислові скиди в стали однією з причин поширення одноклітинних синьо-зелених водоростей. У зв'язку з цим, на водосховищі спостерігається складна екологічна ситуація. Вода на міських пляжах до кінця червня вже починає «цвісти». Загальна забрудненість водосховища відноситься до 3 класу «забруднена» з п'яти можливих.

Гідрохімічні дослідження на Київському водосховищі почалися з перших років його становлення і продовжувались в наступні десятиліття до другої половини 90-х років минулого століття. Найбільш повна інформація про хімічний склад води водосховища була отримана в 1965–1967 і 1981–1985 рр. Дослідження проводили по стандартній сітці станцій Інституту гідробіології НАН України (м. Київ), що охоплює всю акваторію водосховища, і включала в себе визначення концентрації головних іонів, загальної мінералізації води, газового режиму, вмісту біогенних елементів і органічних речовин (органічного вуглецю), аналіз їх сезонної динаміки (включаючи зимовий сезон) [2–5].

Результати багаторічних досліджень дозволили встановити зміни в хімічну складі води водосховища, зокрема підвищення мінералізації води, зміни в співвідношенні головних іонів і основні фактори, що їх обумовлюють [4]. Аналіз багатолітньої динаміки біогенних елементів у водоймі показав зниження концентрації неорганічних форм азоту і підвищення вмісту фосфат-іонів у воді, починаючи з 90-х рр. минулого століття, і дозволив встановити причини цих змін [6].

З другої половини 90-х рр. минулого століття гідрохімічні дослідження на Київському водосховищі носили фрагментарний характер [12]. В той же час, в останні два десятиліття глобальні кліматичні зміни стали більш помітно проявлятися в регіональному масштабі в Україні, що не могло не

відбитися на умовах функціонування екосистеми Київського водосховища і, зокрема, на його абіотичній складовій води.

Мінералізація води в Київському водосховищі на сучасному етапі його існування (2014–2019 рр.) коливалась в межах 280,3–312, 1 мг/дм³ (без урахування концентрації аніонів CO₂). Найбільш низькі показники мінералізації води відзначені в 2014 р, найбільш високі в 2019 р. Зазначені коливання, очевидно, були пов'язані з внутрішніми процесами року, температурним режимом притоку (верхнього Дніпра і Прип'яті) і, власне, процесами в самому Київському водосховищі.

Порівняльний аналіз мінералізації води Київського водосховища в перші роки його утворення і в сучасних умовах показує, що на нинішньому етапі вона складає в середньому 292 мг/дм³ і перевищує таку в 1965-1967 рр. більш ніж на 60 мг/дм³. Відзначено також, що в сучасних умовах межі коливань мінералізації води, були менш значимі в порівнянні з такими, зазначеними в 1965-1967 рр.

Основними факторами, що визначають мінералізацію води в Київському водосховищі, були: вплив приток (верхнього Дніпра, Прип'яті, Тетерева), режим експлуатації водосховища, антропогенні забруднення площі водозбору, а також інтенсивне господарське використання басейну Київського водосховища [4]. За узагальненими даними зміни мінералізації води в річках і водоймах України за сорокарічний період, питома вага антропогенного чинника в підвищенні мінералізації води збільшилася на 38,5 % [8].

Ретроспективний аналіз багаторічних гідрохімічних досліджень Київського водосховища показує, що середньорічна величина мінералізації води збільшилася з 240 до 359 мг/дм³. Мінералізація води і її зміни в часі зумовлюються концентрацією головних іонів і їх співвідношенням в залежності від впливу факторів, зазначених вище. Переважаючим катіоном в воді Київського водосховища є Ca²⁺, аніоном – HCO₃⁻. Вміст Ca²⁺ у воді

водосховища в липні в межах 43,1–58,1 мг/дм³, НСО₃ – від 152,5 до 201,3 мг/дм³. Концентрація інших іонів становили: Mg²⁺ - 7,3–17,0 мг/дм³, K+Na – 4,0–21 мг/дм³, Cl – 15,5–26, 4 мг/дм³, SO₂ – 16,0–36,8 мг/дм³.

Так, аналіз багаторічної динаміки основних іонів (усереднені величини по всьому водосховищі) показує, що в маловодний 2007 рік і, особливо, в мінімальний по водності 2015 рік вміст катіонів Mg²⁺, Ca²⁺ зменшується, а аніонів SO₂ і Cl – навпаки, має тенденцію до зростання.

Таким чином, на сучасному етапі мінералізація води Київського водосховища зростає в порівнянні з першими роками його існування і в значній мірі залежить від водності року. В сучасний період в найбільшій мірі зростає концентрація аніонів Cl і SO₄.

Концентрація біогенних елементів у воді Київського водосховища залежить від багатьох факторів, серед яких значущими є:

- а) антропогенна складова забруднення пощади водозбору Дніпра;
- б) активність внутрішньоводоемних біологічних процесів, властивих даному водосховищу.

Їх вплив на зміст і динаміку біогенних елементів і органічних речовин значною мірою визначається інтенсивністю первинного продукування і деструкції органічних речовин в водосховищі.

Концентрація амонійного азоту по акваторії водосховища коливалась в межах декількох порядків – від 0,055 до 0,928 мг N/дм³. У той же час міжрічні коливання усереднених по водоймі показників були незначні - 0,249–0,453 мг N/дм³. Азот нітритів виявляли в незначних кількостях, але в окремі роки на одиничних станціях його концентрація все ж зростала до 0,01 мг N/дм³. Концентрація нітратного азоту по акваторії водосховища коливались в межах 0,021–0,260 мг N/дм³. Міжрічні коливання середніх по водоймі величин були менш істотними – 0,051–0,092 мг N/дм³.

Отже, в сучасних умовах концентрація амонійного азоту в середньому по водосховищу становить 0,342 мг N/дм³, нітратного – 0,074 мг N/дм³.

Фактично можна стверджувати, що в порівнянні з 60-90-ми роками минулого століття зміст аммонійного азоту в воді Київського водосховища скоротився в 2,5 рази, а нітратного в 2 рази.

Істотна роль в зниженні концентрації неорганічних форм азоту в Київському водосховищі в сучасних умовах обумовлена вищою водною рослинністю, що значно збільшила пощади заростання мілководь, включаючи верхів'ї водосховища, гирлові ділянки притоків - верхнього Дніпра, Прип'яті, Тетерева, що також виконують роль біофільтра [10].

Концентрація неорганічного фосфору у воді Київського водосховища коливалася в межах 0,01-1,316 мг Р/дм³. У багаторічному аспекті його середня по водоймі концентрація змінюється від 0,012 мг Р/дм³ до 0,107 мг Р/дм³. На відміну від неорганічних форм азоту, багаторічна динаміка Р_{неорг} характеризувалась збільшенням його концентрації протягом досліджених років.

З певною часткою вірогідності можна стверджувати, що в 2008-2015 рр. вміст розчиненого неорганічного фосфору у воді Київського водосховища в порівнянні з першим двадцятиріччям (1965-1985 рр.), збільшилася в 2,1 рази.

Найважливішим показником гідрохімічного режиму для функціонування автотрофної ланки Київського водосховища, і фітопланктону як його основи [13], є співвідношення N : P. В 1965-1985 рр. це співвідношення вимірювалось від 19,8 до 67,8, складаючи в середньому 43,2, а в наш час – від 1,9 до 42,3, складаючи в середньому 15,7.

Аналіз результатів дослідження хімічного складу води Київського водосховища показав, що в сучасних умовах в літній період мінералізація води коливається в межах 280,3-312,1 мг/дм³ і перевищує таку, зазначену в літні сезони 1965-1967 рр. Підвищення мінералізації води відбувалося за рахунок змін відносної концентрації головних іонів в мінеральному складі

води водосховища. Знизилася концентрація катіонів Са і гідрокарбонатів, підвищилася - катіонів К⁺, Na⁺, хлорид- і сульфат-іонів.

Таким чином, антропогенне навантаження на басейн Дніпра і водність року істотно впливають на мінералізацію і концентрацію головних іонів у воді Київського водосховища.

Вміст органічних речовин у воді водосховища коливалося в межах: ПО (повна окиснюваність) – 13,6–18,5, БО (біологічна окиснюваність) – 26,8–36,9 мг О/дм³.

Аналіз динаміки величин неорганічних форм азоту, фосфору, органічних речовин показує, що в літні періоди сучасного етапу еволюції Київське водосховище характеризується як евтрофна водойма. При цьому гідрохімічний режим формує сприятливі умови для розвитку біоти, в тому числі водорослевих спільнот різних екологічних груп, і в першу чергу фітопланктону, фітоепіфітону, фітобентосу, у тому числі – одноклітинних синьо-зелених водоростей. У зв'язку з цим, на водосховищі спостерігається складна екологічна ситуація. Вода на міських пляжах до кінця червня вже починає «цвісти». Загальна забрудненість водосховища відноситься до 3 класу - «забруднена» з п'яти можливих.

Найбільшим відсотком за вмістом у водоймі фітопланктону відзначився відділ зелених водоростей. У його складі було виявлено 40 % від загального числа всіх видових таксонів. На другому і третьому місці виділилися діатомові – 26 % і синьо-зелених водорості – 16 %. Частка інших відділів становила менше 20 % (рис. 2.2)

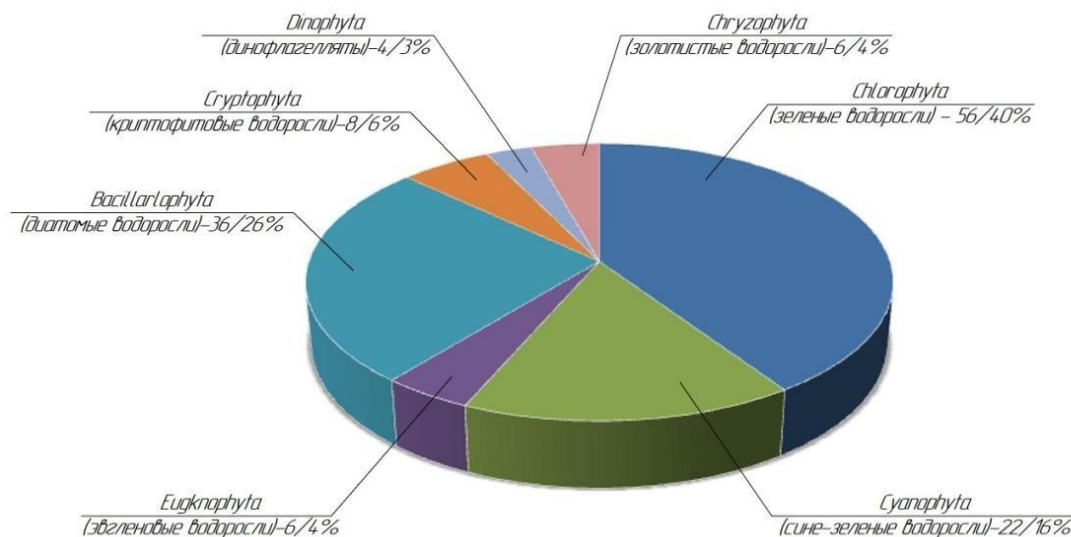


Рисунок 2.2 – Процентний вміст водоростей в водосховищі за 2018.

Отже, склад води у Київському водосховищі з моменту його утворення 60 років тому зазнав значних змін. Крім значного збільшення мінералізації, слід відзначити зменшення вмісту нітратного азоту, що пов'язане, скоріш за все, з утворенням зарослих мілководь з вищою рослинністю.

Водночас, насамперед у літній період, у зазначеній водоймі спостерігається значне, порівняно з періодом 30-40 річної давнини, підвищення рівня фосфору. Можна припустити, що це підвищення відбувається внаслідок забруднення водойми ПАР, що потрапляють у Дніпро, Припять та Тетерів із стічними водами. Саме це підвищення вмісту фосфору, разом із збільшенням середньорічної температури у зв'язку з глобальним потеплінням (і, вочевидь, температури води) зумовлює активне розмноження зелених та синьо-зелених водоростей, росту кольоровості та ХСК води у літні місяці.

Ймовірно, що очисні споруди, запроектовані на початку 70-х, не пристосовані для очистки води з таким складом, і завдання очистки води вирішується за допомогою екстенсивних методів (збільшення дози хлору та коагулянту), що має, крім додаткових витрат коштів, ваду у вигляді

повторного забруднення води хлорорганічними сполуками, що утворюються під час хлорування.

2.2. Технологія очистки води Київського водосховища на очисних спорудах «Київводоканалу»

Вода, на першому ступені очищення, піддається ультрафіолетової обробки, після чого по трубопроводах надходить в змішувачі. З реагентного господарства в змішувач подається коагулянт. Як коагулянт на очисних спорудах застосовується сульфат алюмінію. Для інтенсифікації процесу очищення води від суспензій на виході із змішувача додається флокулянт, де пізніше в камері пластівців відбувається злипання часток у більші. Для знезараження води перед подачею її споживачам застосовується рідкий хлор.

Технологічний перелік споруд складається з:

- установки УФ-випромінювання;
- будівлі реагентного господарства;
- чотирьох вертикальних змішувачів;
- горизонтальних відстійників із зоною зваженого осаду і осадження;
- хлораторної;
- чотирьох резервуарів питної води об'ємом по 20 тис. м³;
- насосної станції 2-го підйому;
- станції повторно-використовуваної води з двома резервуарами об'ємом 1 тис. м³ кожен.

При підготовці води застосовуються такі методи: знезараження ультрафіолетом, коагулювання, відстоювання і фільтрування, знезараження води хлором (рис. 2.3).

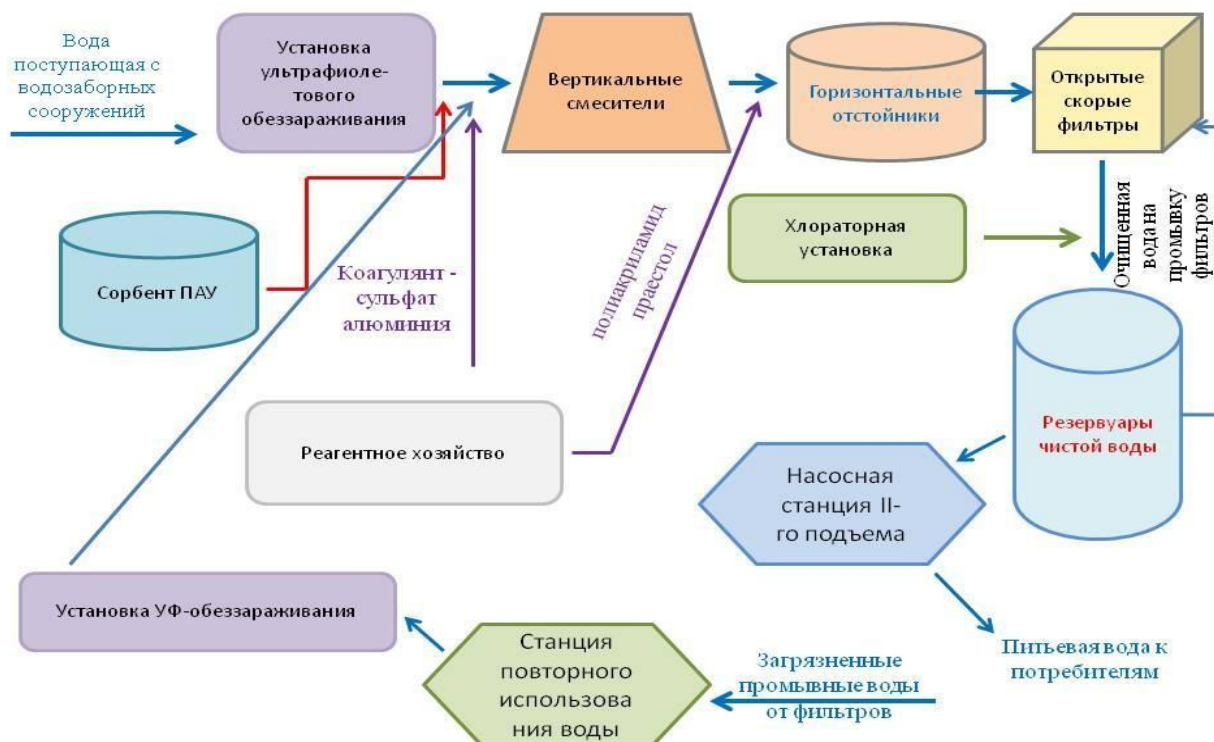


Рис. 2.3 – Технологічна схема підготовки питної води

У багатьох країнах використання реагентів підлягає погодженню з санітарними органами. На законодавчому рівні передбачається межа домішок, які можуть міститися в кожному продукті. Для цього повинен проводитися точний аналіз реагентів. При виявленні домішок необхідно проконтролювати, щоб при обробці ці домішки віддалялися.

Коагуляція і флокуляція – це процес, який очищає воду від каламутності і кольору, після чого вода стає прозорою і безбарвною.

Процеси коагуляції і флокуляції полегшують видалення з води шкідливих речовин і колоїдів шляхом їх перетворення в більші пластівці. Таким чином, осад займає більшу частину суспензії води і потім фільтрується, як правило, шляхом пропускання суміші через крупнозернистий пісок (фільтра).

Зазвичай основним показником у виборі коагулянту є цінова політика. Проте важливе значення мають такі показники як концентрація основної

речовини в коагулянтів, так і хімічні і коагулюють властивості реагенту, умова розчинення, дозування.

Основними факторами, які визначають вибір реагенту і його ефективність використання є:

- фізико-хімічні властивості води, що очищається;
- фізико-хімічні характеристики коагулянтів і флокулянтів;
- технологічні параметри коагуляції.

В основу реагентного методу обробки кольорових вод покладена коагуляція розчинених і колоїдних органічних речовин. При низьких значеннях водневого показника (рН в межах 4-6), гумінові речовини, які містяться у воді переходять в колоїдний стан, утворюючи розчин з негативно зарядженими частинками. При рН більше 6,5 велика частина гумінових речовин переходить в розчин у вигляді гуматів кальцію або натрію »[36].

Суть методу коагуляції полягає в укрупненні дрібних колоїдних і диспергованих частинок, процес якого відбувається за рахунок взаємного злипання частинок під дією сили молекулярного тяжіння. Процес коагуляції завершується утворенням видимих пластівців і відділенням їх від рідкого середовища.

Позитивно заряджені коагулянти нейтралізують негативний заряд, який оточує колоїдні частинки. Після того як навколо кожної частинки заряд нейтралізований вони зближуються. За рахунок зближення, частки зменшують свій ефективний радіус, що призводить до їх зіткнення.

Частинки при зіткненні з'єднуються один з одним за рахунок водневих зв'язків, і утворюють великі маси, які називаються пластівцями. У процесі перемішування оброблюваної рідини, збільшується кількість і частота зіткнень, посилюючи агломерацію твердого речовини і сприяючи утворенню пластівців.

Коагулянти, які використовуються для очищення води, діляться на неорганічні або мінеральні та органічні.

За спостереженнями за станом поверхневого джерела водопостачання київського водосховища можна зробити висновок, що за період 3 років якість води в цілому залишилося незмінним і стан води характеризується як «забруднена». Але по проведених дослідженнях можна помітити зростання про забрудненості органічними речовинами. За період з 2015 по 2018 рр. кольоровість води збільшилася в 1,25 рази, і знаходиться на кордоні допустимих норм, але їх зафіксоване максимальне значення збільшилося в 2,63 рази, що перевищує допустимі норми на 5,4 ГДК.

У літній період року в складі фітопланктону водосховища було зафіксовано 139 таксонів водоростей. Найбільший внесок внесли такі відділи як: зелені водорості, діатомові водорості і синьо-зелені водорості.

У зв'язку з різноманіттям гумінових речовин потрібна реагентна обробка природної води. Останнім часом на ринку з'явилося безліч видів коагулянтів як органічного, так і неорганічного походження, ефективність яких для обробки води від органічних забруднень досі вивчається, а їх впровадження на очисні споруди не завжди обгрунтовано.

Споруди для змішування реагентів, що використовуються на очисних спорудах для водопідготовки води питного призначення запроектовані в основному в сімдесяті роки, мають значну кількість недоліків, знижують ефективність очищення і вимагають модернізації.

2.3. Обробка хлором; недоліки методу

Основним напрямком в технологічній схемі водопідготовки став пошук можливостей удосконалення споруд для підвищення якості та безпеки води питного призначення. Раніше в результаті досліджень, було встановлено, що під час хлорування води відбувається утворення таким

продуктів як трілаггмети, які надають шкоду для здоров'я людини. У зв'язку з цим, в нормативних документах передбачається обмеження по вмісту в питній воді залишкового алюмінію, який утворюється у воді після коагуляційного очищення. Посилено вимоги до знезараження питної води. Замість одного показника по епідеміологічеськой безпеки - колііндекс, оцінка води проводиться за шістьма показниками, які відносяться до різних груп мікроорганізмів.

У зв'язку з цими вимогами, з одного боку необхідно довести до максимуму ефективність очищення і знезараження води, а з іншого - необхідно створити такі умови, при яких процес очищення не залишав би в воді небажані побічні речовини. Це призвело до того, що необхідний перегляд традиційних схем з очищення води, які необхідно поповнити новими сучасними елементами.

Хлор є гарним дезінфікантом і його бактерицидну дію проявляється по відношенню до бактерій і деяких видів вірусів. Знезаражуючий ефект залежить від дози хлору, час його контакту з водою та інших умов. У реакцію взаємодії з хлором можуть вступати різні хімічні сполуки.

Окислення хлором піддаються природні гумінові речовини, що обумовлюють кольоровість води. Є дані, що хлорування порушує стійкість колоїдних частинок водного гумусу, сприяючи їх коагуляції.

Прехлорування – попередня обробка води перед очисними спорудами для поліпшення або полегшення подальшого її очищення.

Прехлорування в разі погіршення якості води за бактеріологічними показниками, появи неприємних запахів присмаків повинно проводитися підвищеними дозами, відповідними точці перелому на кривій хлоропоглинанні, або великими. Вільний активний хлор в більшості випадків забезпечує значне поліпшення якості води за рахунок активного окислення органічних речовин.

Постхлорування використовується для знезараження води, яке є завершальним етапом очищення води. Постхлорування проводиться невеликими дозами, що забезпечують наявність залишкового хлору після резервуарів чистої води на рівні вимог ДСанПІН 2.2.4-171-10-82. надлишок хлору, недопустимий по гігієнічних міркуваннях, перед подачею води населенню має бути видалений.

Для дехлорування питної води використовують сірчистий газ SO_2 (ДСТУ 2918) і гіпосульфит натрію $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (ДСТУ 4215), а також гранульоване активоване вугілля і аміак NH_3 (ДСТУ 6221). Витрати цих реагентів на 1 мг/л активного хлору наступні: SO_2 – 0,9 мг/л; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – 0,8-7,1 мг/л; NH_3 – 0,13 мг/л.

2.4. Обробка води озоном

Для видалення органічних забруднень в природній воді використовуються різні методи: реагентні, включаючи озонування; безреагентні, включаючи мембранний поділ; іонообмінні та інші методи.

Останнім часом все більшу популярність отримує обробка води озоном. Цей метод запобігає утворенню хлорорганіки, дозволяє зменшити кількість хлору для подальшої обробки води.

Аналіз даних показує, що більшість основних річок характеризуються підвищеною окислювальністю, кольоровістю (до 3 і більше ГДК) і відносно малою мутністю вод (до 50 мг/л). Це пояснюється тим, що приблизно 1/3 території припадає на райони, де річки беруть початок і протікають через болота. При цьому водні джерела насичуються природними органічними домішками гумусової природи (гуміновими і фульвокислот), які головним чином обумовлюють кольоровість і окислюваність води. Це деякою мірою відноситься і до Київського водосховища.

Хімічний склад і властивості гумінових і фульвокислот визначають їх дисперсний стан, процентний вміст і співвідношення в поверхневих водах.

Різноманітність гумусових кислот з молекулярної масі, кількості і виду функціональних груп, різна розчинність їх у воді вимагає застосування комплексної технології очищення води [36].

Таблиця 2.3 – Характеристики гумусових кислот

Показник	Гумінові кислоти	Фульвокислоти
елементарний склад		
З	46-62%	36-44%
Н	3-5%	3-5%
N	3-6%	3-4,5%
О	32-38%	45-50%
Тип	амфотерний поліелектроліт	амфотерний поліелектроліт
Молекулярна маса: Діапазон	1000 - 1000000	100 - 50000
Середня маса	10 000	5000
Функціональні групи	Амін, амідні, фенольні, карбоксильні	Амін, амідні, фенольні, карбоксильні
Водневий показник, рН	3; 4,77; 10,0	4,3; 8,0; 9,3
Розчинність в воді		
Кислот	нерозчинні	розчинні
солей натрію	розчинні	розчинні
Комплекси: Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Fe ³⁺ , Al ³⁺ + і ін.	нерозчинні	розчинні
Вміст в річках,% від кольоровості	0-20	80-100
Питома кольоровість, град / мг	12,2	3,1
Питома перманганатна окислюваність на мг кислот	0,79	0,45
Питома перманганатна окислюваність на град кольоровості	0,065	0,145

Здатність гумусових речовин утворювати розчинні комплекси з алюмінієм призводить до незадовільної якості води за багатьма показниками, в тому числі: кольоровості, каламутності, вмісту органічних речовин і змістом розчиненого алюмінію. У період паводків, як було сказано вище, підвищується кольоровість і вміст завислих речовин. Спроби збільшити дозу коагулянту при водопідготовці не дають необхідного ефекту. Натомість, у воді підвищується концентрація залишкового алюмінію [9].

Під технологією поліпшення якості води передбачаються процеси, які спрямовані на зміну її фізико-хімічних і біологічних властивостей.

Основною метою обробки води є її отримання, придатне для побутових, промислових потреб. Звичайними, але застарілими методами водо підготовки є -

1) механічна очистка води - спрямована на видалення з води великих забруднюючих частинок (піску, планктону, і інших важких суспензій), здійснюється перед надходженням води на очисні споруди.

2) хімічне, або реагентне очищення води - проводиться для приведення до нормативних показників якості води за допомогою послідовно - освітлення, коагуляції, фільтрації, пом'якшення та знезараження води.

Для визначення кількості органічних забруднювачів введено інтегральну величину – хімічне споживання кисню (ХСК). У відношенні до питної води оперують ХСК, що визначається за допомогою титрування розчином перманганату, або перманганатну окислювальність.

Перманганатна окислювальність є величина, яка характеризує загальний вміст у воді органічних і мінеральних речовин. Виражається в міліграмах кисню, витраченого на окислення речовин, які містяться в 1 літрі води.

Річкова вода подається по водоводах на очисні споруди за допомогою насосів першого підйому. Від водозабору до очисних споруд прокладено 5

ниток напірних водопроводів діаметром 1200мм, довжина яких становить 17,5 км кожна.

Проектна продуктивність даних споруд - 578 тис.м³, а фактично споживає 390 тис.м³ на добу.

Очищення води на очисних спорудах відбувається до вимог, який пред'являє ДСТУ «Вода питна».

Вода з надходить по самопливних трубопроводах в сітковий колодезь через затоплені водозабірні оголовки (Водоприймачі).

З насосною станцією першого підйому суміщений береговий колодезь, в якому встановлені обертові сітки. Вони призначені для попереднього очищення води, тобто для затримання дрібних домішок (листя, трави, трісок). З берегового колодезя вода за допомогою насосів по напірним трубопроводами подається на ОСВ.

Виходячи з якості води на водосховищі на момент проектування і будівництва очисних споруд, а так само згідно з нормативними документами по необхідній якості води, була прийнята 2-х ступінчаста схема очищення води з використанням горизонтальних відстійників і швидких фільтрів. Для доведення води до необхідних нормативних значень застосовується хімічна обробка води реагентами.

За спостереженнями за станом поверхневого джерела водопостачання Київського водосховища можна зробити висновок, що за період 3 років якість води в цілому залишилося незмінним і стан води характеризується як «забруднена». Але по проведеним дослідженням можна помітити зростання про забрудненості органічними речовинами. За період з 2015 по 2018 рр. кольоровість води збільшилася в 1,25 рази, і знаходиться на кордоні допустимих норм, але їх зафіксоване максимальне значення збільшилося в 2,63 рази, що перевищує допустимі норми на 5,4 ГДК.

У літній період року в складі фітопланктону водосховища було зафіксовано 139 таксонів водоростей. Найбільший внесок внесли такі відділи як: зелені водорості, діатомові водорості і синьо-зелені водорості.

У зв'язку з різноманіттям гумінових речовин потрібна реагентна обробка природної води. В той же час здається доцільним використання, особливо у літні місяці, предозонування води для зниження вмісту завислих часток, кольоровості та мікробіологічного навантаження.

Споруди для змішування реагентів, що використовуються на очисних спорудах для водопідготовки води питного призначення запроектовані в основному в сімдесяті роки, мають значну кількість недоліків, знижують ефективність очищення і вимагають модернізації.

Одна з основних проблем водойми це цвітіння води викликане бурхливим розвитком фітопланктону, що в свою чергу викликає зміну кольору води. Дослідження, а по тому – і впровадження у експлуатацію системи озонації води на Дніпровському водозаборі показали ефективність та економічну доцільність технології преозонації води Київського водосховища з подальшою коагуляцією.

Традиційно в процесі очищення застосовують барботаж озono-повітряної суміші через воду, яка очищається. При цьому важливий технологічний етап - це забезпечення певного часу контакту озону з водою і рівномірне його введення по всьому об'єму води, яка обробляється..

Але певним недоліком є відомий з літературних даних фактор, що, окрім концентрації озону, впливає на ступінь знищення бактерій та знебарвлення води. Це – час контакту озону та води у звичайних контактних апаратах, та поверхня контакту озону та води, що залежить від розмірів пор диспергуючої насадки на лінію озону та товщини шару води, через який барботується озон.

РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Сьогодні в світі існує чимало способів питної водопідготовки, але однією з найефективніших і екологічно безпечних технологій є очищення води озоном.

У світовій практиці технологія озонування отримала широке поширення при підготовці питної води з поверхневих і підземних джерел води, а також централізованих мереж водопостачання.

Завдяки своїй винятковій окислювальній здатності і неперевершеному знезаражують дії озон робить істотний вплив на оброблювану воду.

Озон знищує понад 650 видів спор, вірусів, бактерій та інших видів мікроорганізмів, які знаходяться у воді. Живі мікроорганізми гинуть, згораючи в озоновому хмарі. На практиці було доведено, що обробка води озоном забезпечує гарантований антимікробний бар'єр для всіх представників патогенної мікрофлори, включаючи найбільш стійкі форми споронесущих мікроорганізмів («сибірська виразка» і т.д.) і вірусів (поліомієліт, гепатит та ін.). Одночасно озон піддає повної деструкції і знешкодження різні токсини біологічного походження (ботулінічний токсин і ін.) І високотоксичні розчинені хімічні сполуки (поліхлоровані дифеніли).

Озон застосовується на етапах попередньої, проміжної і фінішної обробки води для розкладання органічних речовин і освітлення води, корекції запахів і присмаків, поліпшення умов коагуляції, зниження концентрації побічних продуктів хлорування та знезараження води. Після обробки озоном в воді різко зростає вміст розчиненого кисню. Це надає очищеній воді одне з найбільш цінних її якостей - смак чистих джерельних джерел, що недоступно при використанні інших методів.

Озонування ефективно застосовується для усунення неприємних присмаків, запахів і кольоровості води із забруднених поверхневих джерел, які іноді доводиться використовувати для питного водопостачання.

Озонування є найбільш ефективним методом для видалення з води іони заліза і марганцю, особливо в тих випадках, коли деферизації і деманганация за допомогою загальновідомих способів не дають позитивних результатів.

Часто в природних водах присутні гумати заліза, здатні утворювати колоїдні розчини. Марганець в природній воді зазвичай супроводжує залозу. Якщо залізо або марганець містяться у воді в формі органічних сполук або колоїдних частинок, то знезалізнення води і видалення марганцю звичайними способами (аерацією, вапнуванням або катіонуванням) не дає позитивний результат. Виділенню заліза і марганцю з води перешкоджають комплексні органічні сполуки, дуже важко піддаються розщепленню. У цих випадках необхідно попереднє окислення таких органічних сполук озоном, після чого стає можливим видалення заліза і марганцю одним зі звичайних методів, наприклад, фільтруванням. Окислюючи названі комплексні сполуки, озон усуває кольоровість води і викликає осадження заліза і марганцю у вигляді нерозчинних опадів.

Озон дуже добре розчиняється в воді - в $15 \div 17$ разів краще кисню. Технологія дрібнодисперсного розпилення води, що застосовується в станціях серії «Ніагара», і висока концентрація озону обумовлюють практично миттєве розчинення озону в воді, в результаті чого всі хімічні елементи окислюються до вищих оксидів, а на їх основі утворюються центри активної коагуляції. Домішки сорбируються на центрах коагуляції і у вигляді нерозчинних пластівців і золь-гелевих фаз випадають в осад.

В результаті реакції озону з вільним воднем утворюються гідроксильні радикали OH , що ще більше посилює окислительную здатність процесу.

Аміак окислюється озоном в азотнокислий амоній (NH_4NO_3), далі в нітрити, а потім в нітрати. Оксиди азоту реагують з озоном з високою швидкістю, утворюючи вищі оксиди.

Сірчисті з'єднання окислюються до сірчаноокислих.

У реакцію з озоном вступають азот, вуглець, їх оксиди і комплексні сполуки (феноли, бензоли, нафтопродукти, пестициди і т.д.).

Озон розкладає галогеноводороди і переводить їх нижчі оксиди до вищих. Галогени, які беруть участь в якості активаторів процесу, також утворюють вищі оксиди.

Озон активно вступає в реакцію з ароматичними сполуками, при цьому реакція йде як з руйнуванням, так і без руйнування ароматичного ядра.

З озоном реагують феноли, при цьому відбувається руйнування останніх до з'єднань з порушеним ароматичним ядром типу Хіноін, а також малотоксичних похідних ненасичених альдегідів і кислот.

В процесі обробки води не виникають проміжні токсичні і канцерогенні сполуки.

Озон є найкращим окислювачем ще й тому, що викликає осадження небажаних речовин в формі високовалентних нерозчинних гідратів при будь-яких значеннях рН, які зустрічаються в природних водах.

Технологія озонування виробляє глибоке очищення води без зміни змісту в ній біологічно важливих для організму людини мікроелементів (кальцію, магнію, калію, фтору, йоду, бромю і т.д.).

Санітарно-гігієнічні показники води, обробленої озоном, відповідають вимогам Державним санітарним нормам та правилам "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10)

За смаковими якостями очищена вода близька до джерельної і може використовуватися для пиття і приготування їжі без додаткового кип'ятіння.

3.1. Принцип методу очищення озонування

Очищення води озонуванням протікає по одній з чотирьох реакцій: прямого окислення, непрямого окислення, каталізу або озоноліза. Окрім хімічної дії, озон проявляє себе і як флокулянт, що дозволяє застосовувати

його вже на стадії механічної обробки води для коагуляції зважених часток. В таблиці дані по окисненню озоном.

Озонування води є одним з нових перспективних методів очищення води з широкою областю її застосування і можливістю вирішення різних завдань. Його дія спрямована на знезараження води і поліпшення її органолептичних показників води. Озонування відрізняється екологічною безпекою для навколишнього середовища і людей.

Озон є високореагентний газ, утворений електричними розрядами з кисню. Є досить сильним окислювачем, що змінює поверхневий заряд частинок, що призводить до подальшої інтенсифікації процесу коагуляції. Швидко окислює майже всі органічні речовини у воді, вбиває бактерії та віруси. Доза озону, яка необхідна для знезараження води, варіюється в залежності від вмісту в ній органічних речовин, температури і водневого показника [21]. Також кількість озону залежить від часу контакту води і озону.

При обробці води озон відбувається поліпшення органолептичних показників води (кольоровість, запах, присмак). Якщо кольоровість обумовлена змістом гумінових кислот, то введення озону з подальшою фільтрацією дозволяє досягти нормативних вимог щодо змісту зважених речовин, заліза, марганцю і кольоровості.

Неприємні присмаки і запахи обумовлені присутністю сполук мінерального і органічного походження, що знаходяться в розчиненому і колоїдному стані. Озон окисляє ці сполуки, розщеплює, що в свою чергу призводить до усунення присмаків і запахів.

Впровадження процесу озонсорбційного очищення дозволило здійснити глибоке очищення від органічних сполук, в тому числі техногенного походження, які потрапляють в вододжерела.

В технології очищення води із застосуванням озону існує ряд переваг:

- набагато швидше знищуються мікроорганізми (водорості, бактерії, віруси);

- озонна вода не має неприємних смакових якостей і запаху;

- не змінюється кислотність води і не змінює мінеральний склад;

Як недоліки можна виявити високі енерговитрати на виробництво, що тягне за собою збільшення вартості експлуатації.

Для визначення необхідної дози озону при первинному озонуванні води озон вводять у вихідну воду. Доза озону варіюється в межах 0-20 мг / л. Доза озону залежить від якості оброблюваної води і здатності забруднень окислюватися озоном.

При озонуванні кольорових вод озон дозволяє істотно знизити кольоровість води. За результатами пробного озонування, представленого на малюнку, можна визначити ефективність озону щодо зниження кольоровості води і встановити необхідну дозу озону для досягнення заданого ступеня очищення [21].

Для визначення ефективності вторинного озонування води аналогічні досліді проводять при введенні озону в освітлену воду на першому ступені очищення води.

Варто відзначити, що «особливо ефективно попереднє озонування впливає на зниження кольоровості води» [21]. Зменшення показника кольоровості води при озонуванні залежить від складу органічних сполук (відношення гумінових і фульвокислот). Як правило, озоном легше окислюються високомолекулярні гумінові кислоти.

Фульвокислоти складніше видаляються за допомогою озонування.

Ефективність видалення органічних забруднень при озонуванні води становить від 12 до 36% при дозі озону від 2 до 4 мг / л, в той час кольоровості води в цих же дозах зменшувалася на 75%.

Таким чином, з наведеного дослідження можна зробити висновок, що попереднє озонування покращує органолептичні показники якості води. В

деяких випадках, коли каламутність вихідної води невелика, можливо, здійснювати очистку води тільки озонуванням і фільтруванням без коагуляції.

Дослідження по впливу попереднього озонування на процес подальшої коагуляційної обробки показали, що введення озону зменшує цвітність, каламутність і окислюваність води. Вплив озонування води на протікання процесів коагуляції і освітлення представлений характерними залежностями при очищенні води. У всіх вивчених випадках після попереднього озонування наголошується істотне зниження потрібної для її очищення дози коагулянту (на 20 - 30 %).

3.2. Модифікації методу озонування для очищення поверхневих вод

Одна з основних проблем водоюми це цвітіння води викликане бурхливим розвитком фітопланктону, що в свою чергу викликає зміну кольору води. Дослідження, а по тому – і впровадження у експлуатацію системи озонації води на Дніпровському водозаборі показали ефективність та економічну доцільність технології преозонації води Київського водосховища з подальшою коагуляцією.

Традиційно в процесі очищення застосовують барботаж озono-повітряної суміші через воду, яка очищається. При цьому важливий технологічний етап - це забезпечення певного часу контакту озону з водою і рівномірне його введення по всьому об'єму води, яка обробляється. Цей фактор (час контакту озonoповітряної суміші та води) впливає на якість та повноту обробки води озonom.

Отже, відомо, що у будь-якому гетерогенному процесі лімітуючою стадією є площа контакту і швидкість підводу реагентів та відводу від неї продуктів реакції.

Але певним недоліком є відомий з літературних даних фактор, що, окрім концентрації озону, впливає на ступінь знищення бактерій та знебарвлення води. Це – час контакту озону та води у звичайних контактних апаратах, що складаються з диспергуючої насадки на лінію озону та певного шару води, через який барботується озон.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

4.1. Аналіз хімічного складу води Київського водосховища до і після очищення озоном у різні сезони року

Ступінь очистки води з Київського водосховища оцінювали за гідрохімічними показниками проб води за сезонами року (додаток 1).

Порівнюючи аналітичні дані, можна зробити висновок, що в основному найбільші значення спостерігаються в літній період року [27]. Наприклад, за такими показниками як азот амонійний, іон аміачний, іон нітритний і нітратний, сульфат і хлор іон, розчинений кисень, окислюваність перманганатом БСК5, ХСК. Це пояснюється тим, що при високих температурах води влітку відбувається її цвітіння, збільшується кількість синьо-зелених водоростей. Найменші концентрації відповідають зимовому періоду, коли температура води дуже низька і не розвивається водна рослинність. Проаналізувавши весняний та осінній періоди, можна зробити висновки, що восени концентрації досліджуваних показників вищі, ніж навесні, оскільки в осінній період (після літа) вода остужується повільно і тим самим вміст речовин зменшується до зими поступово по мірі охолодження води [28].

Рівень каламутності у водосховищі найбільш низький взимку, найбільше високий навесні і під час літніх дощів. Так, навесні перевищення каламутності відповідно до ГОСТу становить 1,62 рази [29].

Відмічений високий вміст іонів кальцію і магнію та висока жорсткість води (1,8-2,5 ГДК). Вода у водосховищі і в відстійниках відноситься до дуже жорсткої, жорсткість перевищує 12 мг-екв/дм³. Висока жорсткість води погіршує її органолептичні властивості, така вода негативно діє на організм людини. Також через високу жорсткість утворюється накип на обладнанні.

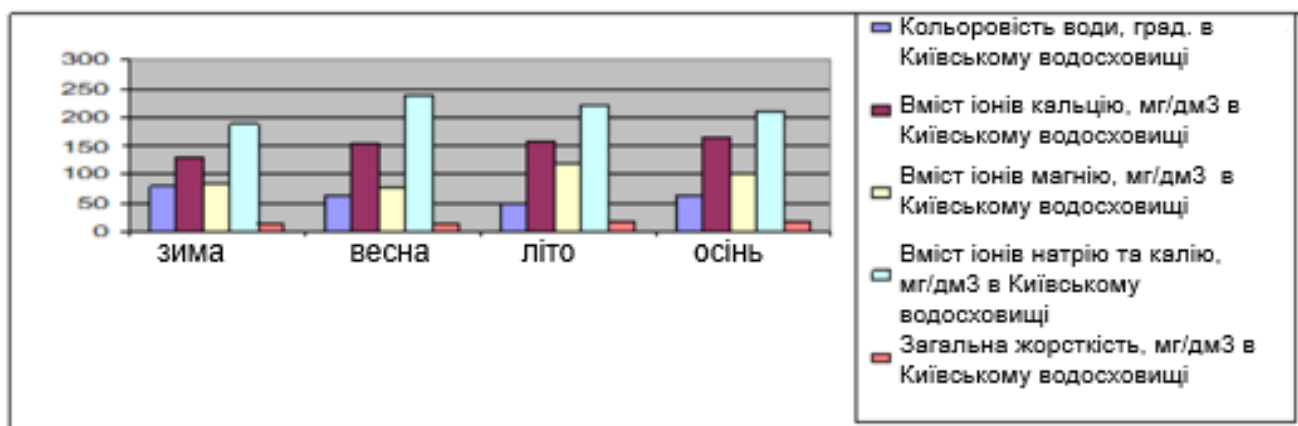


Рисунок 4.1 – Показники якості води у Київському водосховищі за головними іонами.

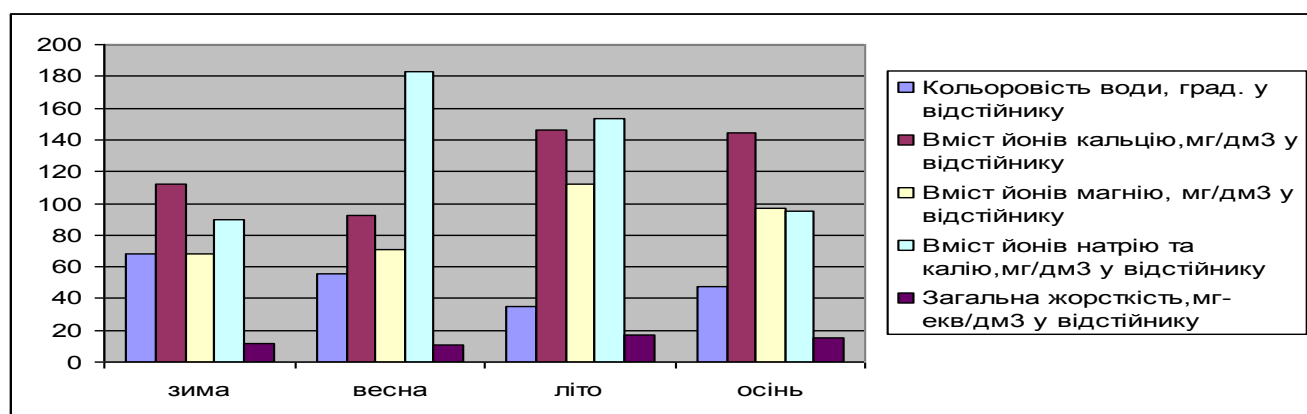


Рисунок 4.2 – Показники якості води у відстійнику за головними іонами.

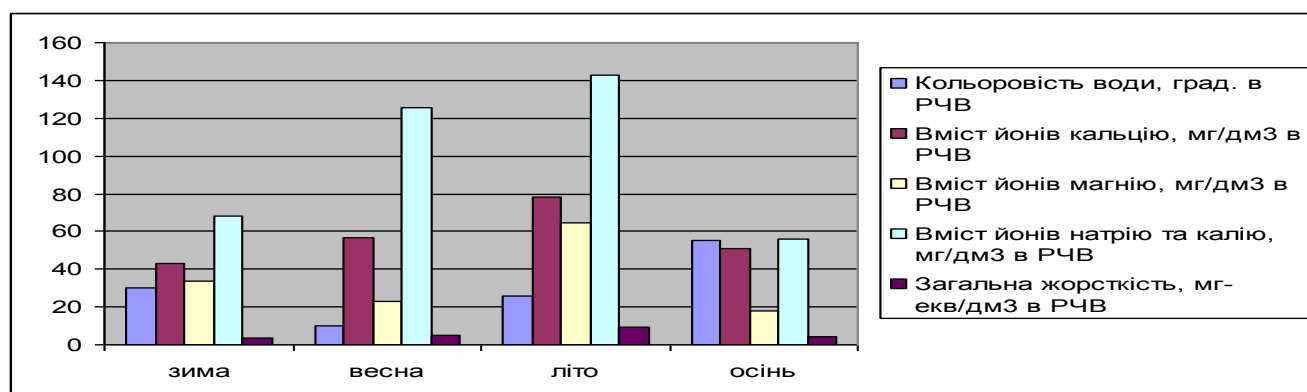


Рисунок 4.3 – Показники якості води у РЧВ за головними іонами

Спостерігається невелике перевищення нормативів концентрації іонів калію і натрію тільки у воді водосховища. Це пов'язано з великим вмістом іонів кальцію та інших іонів, які не можуть існувати окремо, а зв'язуються у вигляді солей.

Велика концентрація сухого залишку спостерігається у воді Київського водосховища. Її значення перевищує 1000 мг/дм³, а вода у відстійниках і РЧВ менше ГДК і цю воду вважають прісною. Значний вміст мінеральних солей надає воді солоний або гіркий смак. Солоного смаку надають воді переважно іони натрію і кальцію, хлориди, гіркий - іони магнію, сульфати і хлориди. Всі ці солі існують у воді водосховища в досить великих кількостях.

Лужність води визначається наявністю НСО₃⁻. Значення рН води Київського водосховища не виходить за межі 8,3. Цей показник не набагато перевищує ГДК 1,1-1,4 рази.

Концентрація нітрит- і нітрат- іонів не перевищує норму, крім навесні у воді водосховища в 1,67 ГДК. Сезонні коливання вмісту нітритів та нітратів характеризуються відсутністю їх зимою і появою навесні при розкладанні живої органічної речовини. Найбільша їх концентрація спостерігається в кінці літа, їхня присутність пов'язана з активністю фітопланктону. Восени вміст нітритів зменшується.

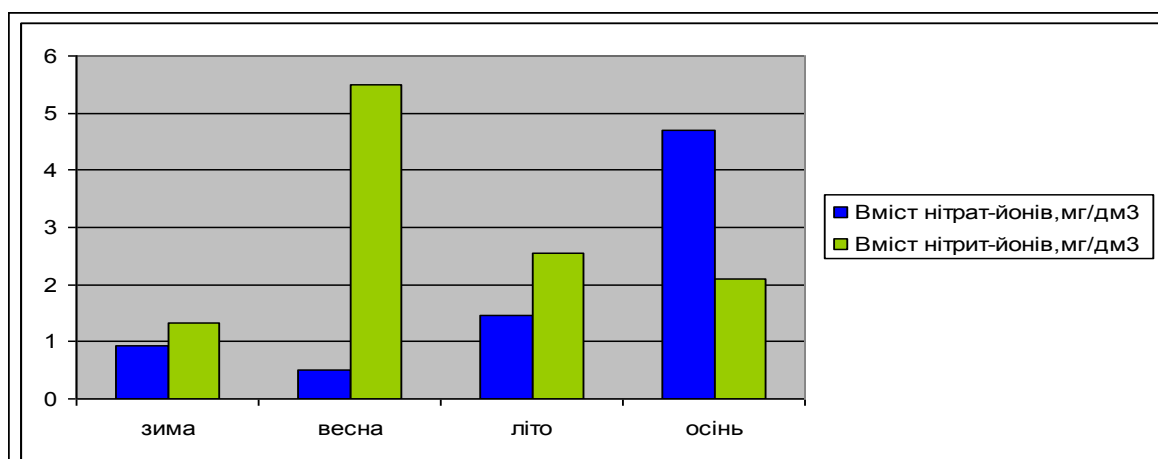


Рисунок 4.4 – Показники якості води у Київському водосховищі за біогенними елементами.

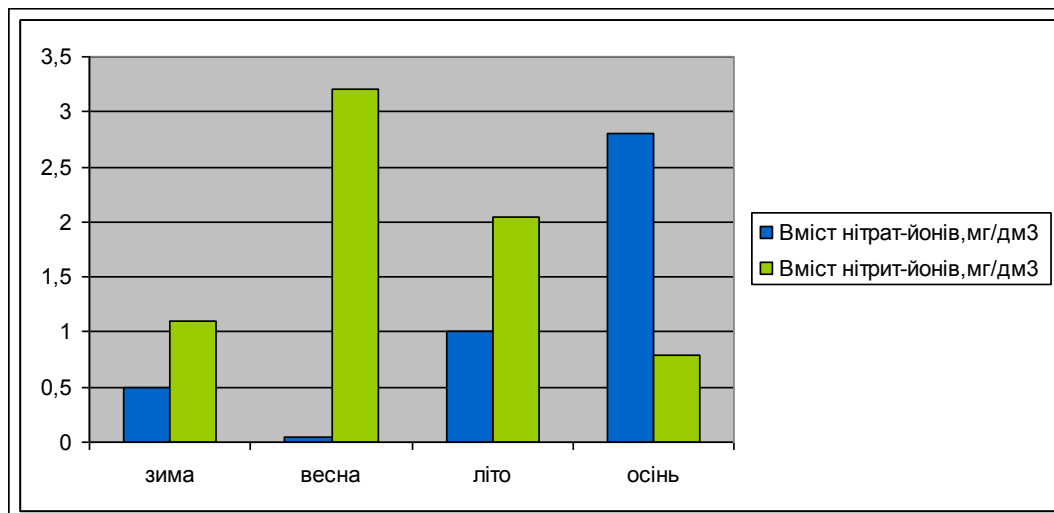


Рисунок 4.5 – Показники якості води у відстійнику за біогенними елементами

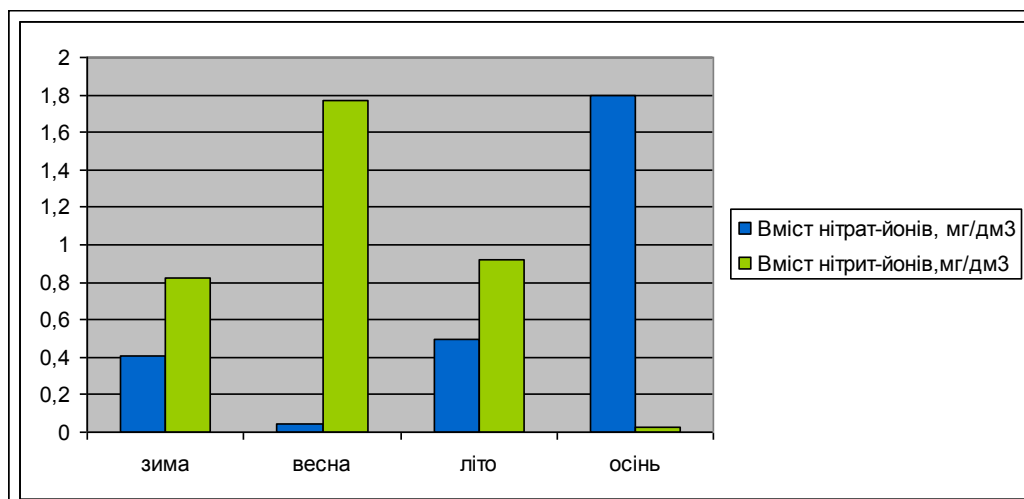


Рисунок 4.6 – Показники якості води у РЧВ за біогенними елементами

Азот аміачний перевищує ГДК в 1,12-1,75 рази у водосховищі, проте питній воді після очистки відповідає нормам ДСанПін.

Така ж ситуація і з загальним залізом (перевищення в 1,63 ГДК влітку у водосховищі).

Концентрація хлоридів і сульфатів перевищує нормативні показники (хлориди - 1,02-1,14 ГДК, сульфати - 1,06-1,51 ГДК) у воді водосховища. Присутність хлоридів пояснюється наявністю у воді найбільш розповсюдженої на Землі солі - хлориду натрію. Підвищений вміст хлоридів пояснюється забрудненням водойми стічними водами.

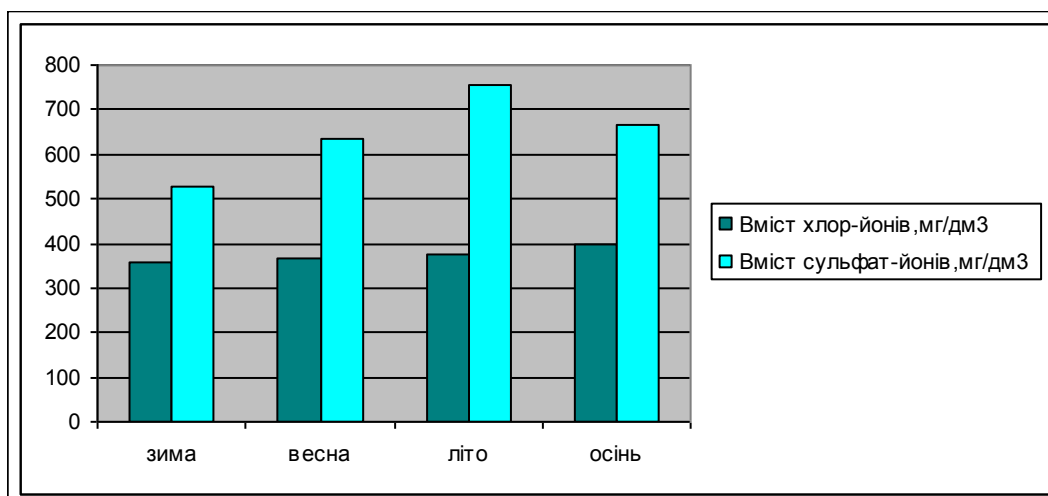


Рисунок 4.7 – Показники якості води у Київському водосховищі за вмістом хлоридів і сульфатів

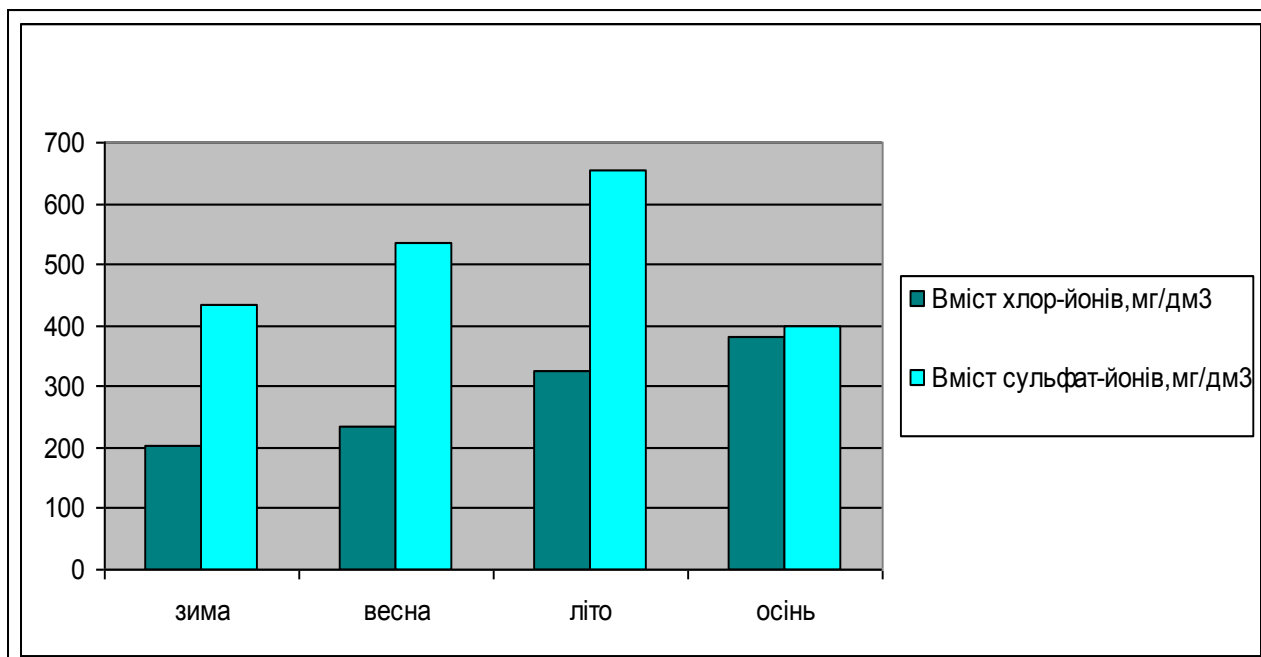


Рисунок 4.8 – Показники якості води у відстійнику за вмістом хлоридів і сульфатів

Підвищений вміст хлоридів у сукупності з присутністю у воді аміаку, нітритів та нітратів може свідчити про забруднення побутовими стічними водами.

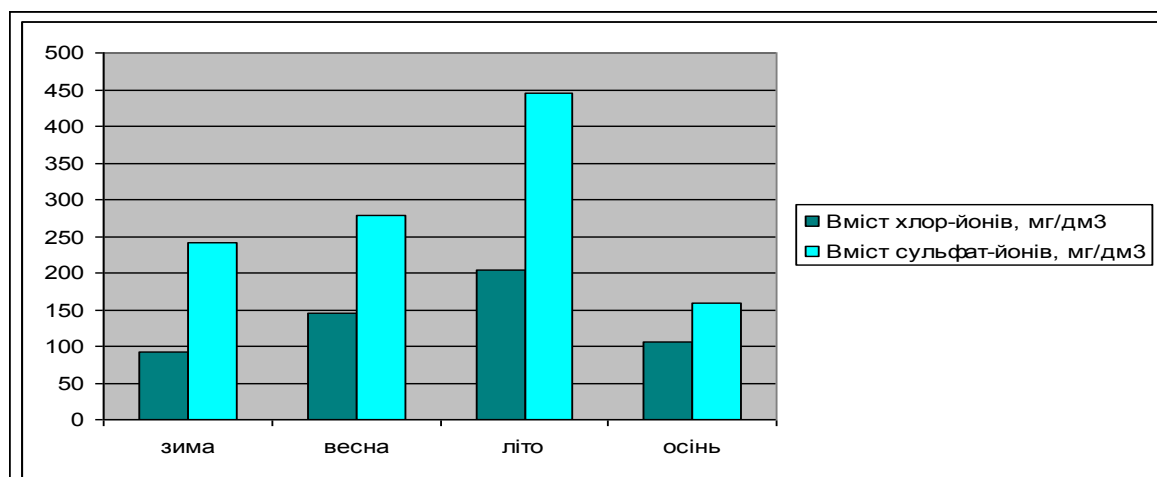


Рисунок 4.9 – Показники якості води у РЧВ за вмістом хлоридів і сульфатів

Підвищена кількість хлоридів погіршує смакові якості води, робить її малопридатною для питного водопостачання і обмежує застосування для багатьох технічних і господарських цілей, а також для зрошення сільськогосподарських угідь. Якщо у питній воді є іони натрію і концентрація хлоридів вище 250 мг/дм³, то вода має солоний смак. У РВЧ концентрація хлоридів не вище значення 250 мг/дм³. Підвищені концентрації сульфатів погіршують органолептичні властивості води і спричиняють фізіологічний вплив на організм людини - вони мають проносні властивості.

Спостерігається незначне перевищення норм за перманганатною окислюваністю (1,3-3,0 ГДК).

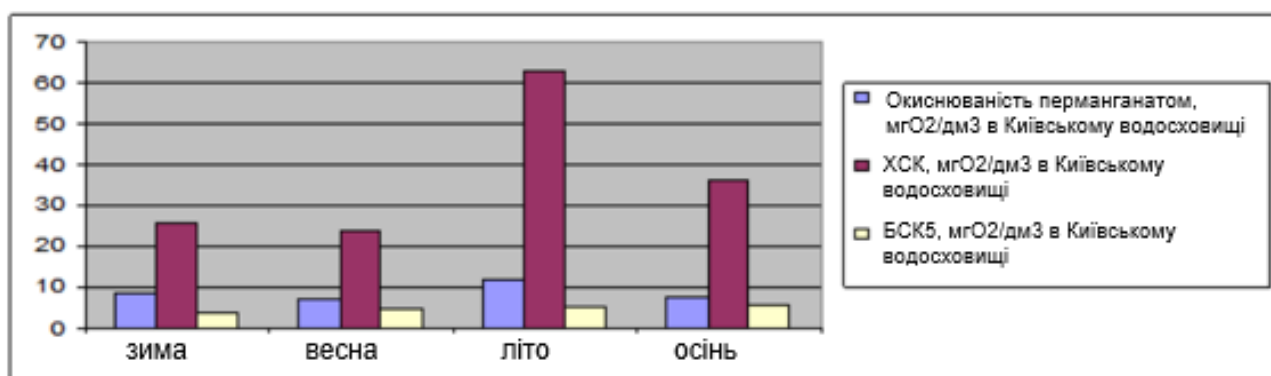


Рисунок 4.10 – Показники якості води в Київському водосховищі за органічними речовинами

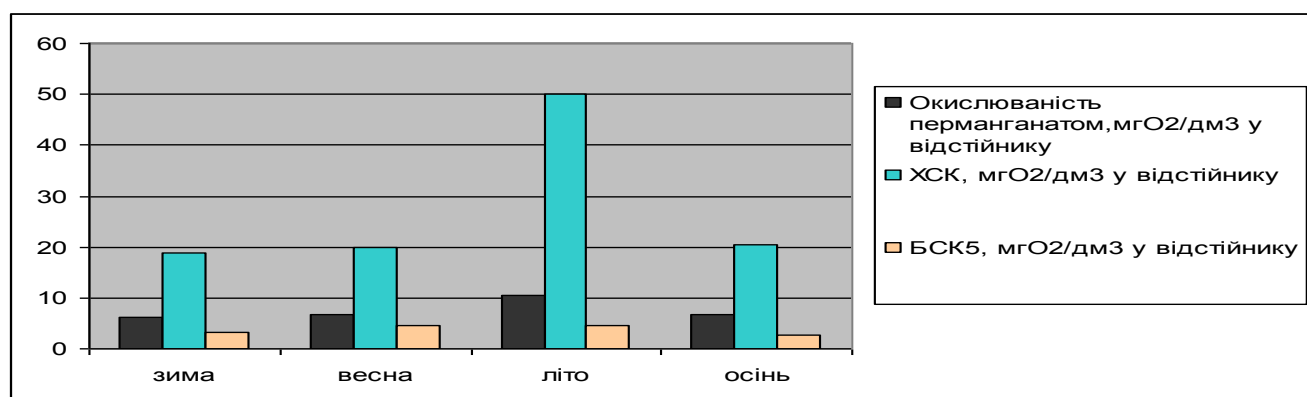


Рисунок 4.11 – Показники якості води у відстійнику за органічними речовинами

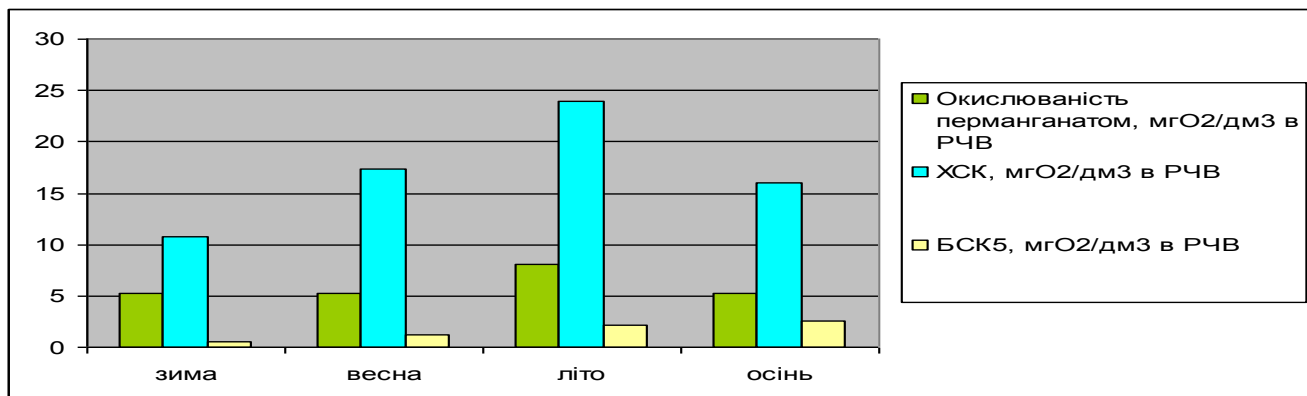


Рисунок 4.12 – Показники якості води у РЧВ за органічними речовинами

Найвищі показники її відмічені в літній період. Дана величина є мірою забруднення води легкоокислюваними органічними речовинами. Органічні речовини, що зумовлюють підвищене значення перманганатної окислюваності, негативно впливають на печінку, нирки, репродуктивну функцію, а також на центральну нервову й імунну системи людини.

Значення ХПК у воді перевищує норму навіть в РЧВ в 1,2-4,2 рази. Зумовлено вмістом у воді органічних речовин.

Також можна зробити висновки, що є перевищення за ДСанПіном за БСК₅ в 1,13-1,71 рази. За рівнем БСК₅, що не перевищує 14 мгО₂/дм³, ступінь чистоти водосховища друга (забруднені води).

Концентрація кисню визначає величину окислювально-відновного потенціалу і значною мірою напрямок і швидкість процесів хімічного і біохімічного окислювання органічних і неорганічних сполук. Кисневий режим надає глибокий вплив на життя водосховища [30]. Мінімальний вміст розчиненого кисню, що забезпечує нормальний розвиток риб, складає близько 5 мг/дм³. Зниження його до 2 мг/дм³ викликає масову загибель (замор) риби. Несприятливо позначається на стані гідробіонтів і пересичення

води киснем у результаті процесів фотосинтезу при недостатньо інтенсивному перемішуванні прошарків води. У нашому випадку немає концентрації кисню менше 2 мг/дм³.

Порівнюючи воду в різних точках відбору проб можна зробити висновок, що вода в РЧВ є найбільш чистою і повністю задовольняє нормам ДСанПін у, що виставляються для питної води (табл. 1).

Проаналізувавши норми для питної води [31] та господарсько-побутового користування можна зробити висновки, що за показниками рН, хлоридів, сульфатів і розчиненому кисню ці значення збігаються, а для БСК концентрація повинна бути менше 2 мгО₂/дм³. Крім того в питній воді не повинно бути зважених речовин, сторонніх запахів і присмаків, яєць гельмінтів, збудників кишкових інфекцій, а також хімічних речовин, які перевищують нормативи ГДК.

Вода в Київському водосховищі не є екологічно чистою, але після очищення в РЧВ вона має найбільш близькі до норм ДСанПін у значення, що сприяє її використанню для пиття.

Оцінюючи екологічний стан Київського водосховища можна сказати, що за вмістом азоту аміачного, рівень якого коливається від 0,4 до 1,0 мг/дм³, якість води відповідає «забрудненим водам».

Вміст нітрат-іонів в осінній період перевищує 4 мг/дм³ - категорія гранично забруднені води, а в основному знаходиться в діапазоні 1,01-2,5 мг/дм³ - сильно забруднені води, але в РЧВ (0,021-0,05 мг/дм³) - помірно забруднені води.

Таблиця 4.1 – Нормативи якості води [31]

Показник	Відкриті водоймища ГДК, мг/дм ³	Питна вода, мг/дм ³
БСК ₂₀	3,0	2,0

ХСК	30,0	15,0
Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	7,0	7,0
Сухий залишок	1000	1000
Хлориди	350	350
Сульфати	500	500
Азот аміаку	0,5	0,5
Нітрити	3,3	3,3
Нітрати	45,0	45,0
Залізо	0,3	0,3
Перманганатна окислюваність, мгО ₂ /дм ³	4,0	4,0
Мутність	3,0	3,0
Кольоровість, °	35	35
Лужність, мг-екв/дм ³	4,4	4,4
Магній	50,0	50,0
Кальцій	100,0	100,0
рН	6,5-8,5	6,5-8,5
Натрій+Калій	200,0	200,0
Розчинений кисень, гО ₂ /дм ³	більше 4	більше 4

Концентрація нітрит-іонів складає навесні у воді водосховища більше 0,3 мг/дм³ - гранично забруднені води, а в РЧВ (0,05-0,1 мг/дм³) - дуже чисті води.

Окислюваність перманганатом в літній період у воді водосховища і у відстійнику досягає значень 10,1-15,0 мгО₂/дм³ - помірно забруднені води, але а в інші пори року 6,1-8,0 мгО₂/дм³ - досить чисті води.

За величиною БСК₅ у воді водосховища і у відстійнику концентрація досягає 4,1-7,0 мг/дм³, що відповідає сильно забрудненим водам, в РЧВ (восени і влітку) вміст становить 2,2-4,0 мг/дм³ - помірно забруднені води, а в РЧВ навесні (0,8-1,2 мг/дм³) - цілком чисті води, взимку в РЧВ (0,4-0,7 мг/дм³) - дуже чисті води.

4.2. Використання модифікованого методу дрібнодисперсного озонування для освітлення води у штучних водоймах

Технологія модифікованого методу дрібнодисперсного озонування здійснює глибоке очищення води без зміни змісту в ній біологічно важливих для організму людини мікроелементів (кальцію, магнію, калію, натрію, фтору, йоду і т.д.).

В процесі обробки води не напрацьовуються проміжні токсичні і канцерогенні речовини. Всі використовувані фільтрувальні матеріали хімічно стійкі і біологічно інертні, не містять і не виділяють в фільтрат ніяких біологічно активних інгредієнтів.

Визначення залежності ефективності знебарвлювання модельного розчину гумату натрію на основі бурих вуглів

З метою вивчення залежності «час контакту- кольоровість модельного розчину» була зібрана лабораторна установка, що складався з генератора озону D-10 G, керамічної диспергуючої насадки з діаметром пор 0,1 мм та «ємності постійної висоти шару рідини», причому за рахунок перекривання відповідних отворів (усього отвори були зроблені на висоті 0,3, 0,5 та 1 м) можна було підтримувати висоту шару модельного розчину на певному рівні (рис. 4.13).

Дослід відбувався наступним чином. У верхню ємність на висоті 2 метри наливали 10 літрів заздалегідь приготовленого модельного розчину з концентрацією гумата натрію 0,05 г/л, що відповідало приблизно 50 балам кольоровості. Далі відкривали зажим, і давали можливість модельному розчину заповнити реакційний бак постійної висоти шару. Як тільки бак заповнювався, і модельний розчин починав переливатися через один з трьох отворів, що були об лаштовані на висоті 0,3 0,5 та 1 метр відповідно,

відкривали кран подачі озону, і починали пропускання озону через модельний розчин.

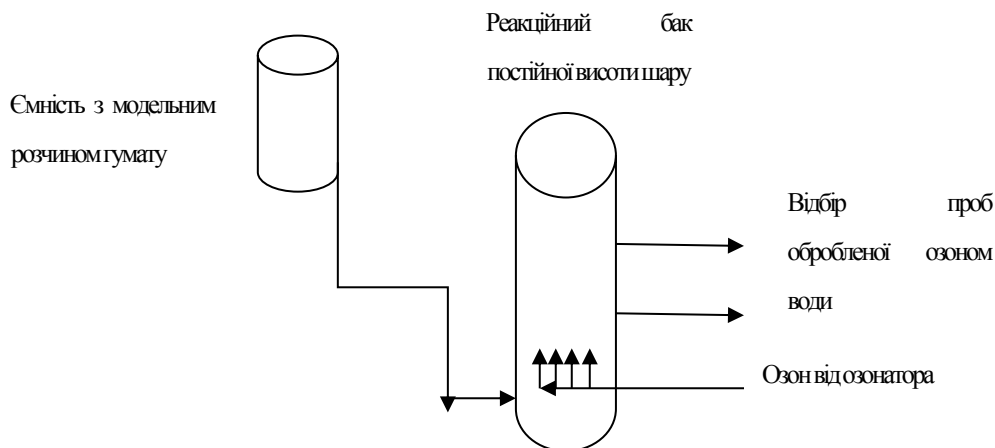


Рисунок 4.13 – Схема модельної установки для визначення ефективності знебарвлювання модельного розчину за допомогою озону

Модельний розчин, що проходив через систему, збирали у ємність обробленої води. Далі відбирали пробу об'ємом 1 дм³ у стандартну скляну безбарвну колбу і порівнювали з стандартними розчинами гексахлорплатинату.

Перед відбором проби колбу промивали хлороводневою кислотою, наприкінці споліскували її дистильованою водою.

Невідфільтровану пробу води поміщували у посуд (2.1) і досліджували пробу на інтенсивність забарвленості і відтінок у розсіяному світлі на білому фоні.

Забарвленість модельного розчину вимірювали у відповідності з ДСТУ ISO 7887:2003 Якість води. Визначання і досліджування забарвленості (ISO 7887:1994, IDT) органолептичним методом з використанням стандартного розчину гексахлорплатинату. У якості модельного розчину вживали розчин гумату натрію у концентрації 0,02 г/л, що відповідав кольоровості 20 балів

Результати дослідів заносили в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Залежність кольоровості модельного розчину гумінових кислот від висоти шару в реакційній ємності

Висота, м	Кольоровість, градус			
	0,3	31	31	28
0,5	19	18	17	18
1	10	10	10	10

Оскільки швидкість руху модельного розчину в цих умовах можна вважати сталою величиною, висота шару модельного розчину в цих умовах знаходиться у прямій залежності з часом контакту модельного розчину з озоном.

За підсумками експерименту, можна стверджувати, що при обмеженій кількості озону та неідеальній дисперсії, час контакту і висота шару мають важливе значення для повноти використання озону та реакції його з модельним розчином.

При цьому озон, як високоактивний окислювач, напевне потребуватиме інертних диспергаторів, таких, як із скла або кераміки.

При спорудженні озонаторів, розрахованих на великі об'єми води, що обробляється, для забезпечення найповнішого використання озону для очистки води виникатиме потреба у великих габаритних розмірах озонаторів (щоб забезпечити достатній час контакту), що нераціонально з точки зору витрат матеріалів і великих капіталовкладеннях.

Натомість, подальші експерименти доцільно проводити з обладнанням, що має пришвидшену взаємодію озону з водою, перш за все – за рахунок максимальної площі контакту фаз газ-рідина.

4.3. Використання установки «Ніагара» для усунення органічних забруднень

Прикладом озонатору, що працює саме за цією схемою, є озонатор «Ніагара». У ньому використовується альтернативний метод озонування за допомогою ежектору, де оброблюваний потік води змішується з озоном і далі розпилюється у ємності – контакторі в озоновому середовищі. При такій схемі дрібнодисперсні краплі води мають величезну поверхню контакту, а органічні речовини, що містяться у воді на декілька порядків ефективніше окислюються озоном. Що дозволяє скоротити час контакту озону з водою і знизити експлуатаційні витрати на очищення води (рис. 4.14, 4.15).

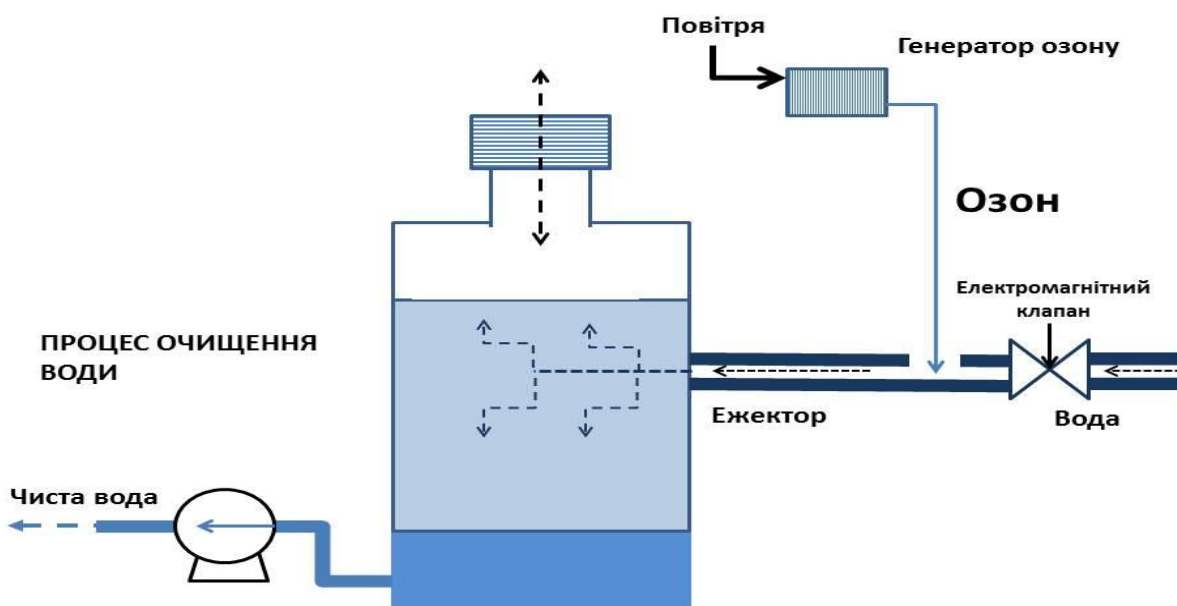


Рисунок 4.14 – Стандартна схема очищення води озоном

Станція «Ніагара» призначена для деферизації, деманганаци і знезараження питної води, видалення з неї надлишкового хлору і поліпшення органолептичних показників, а також для отримання на місці споживання високоякісної питної води при водозаборі з багатьох прісноводних джерел – артезіанських свердловин, систем комунального

водопостачання і поверхневих водойм, в тому числі і в умовах бактеріального забруднення.

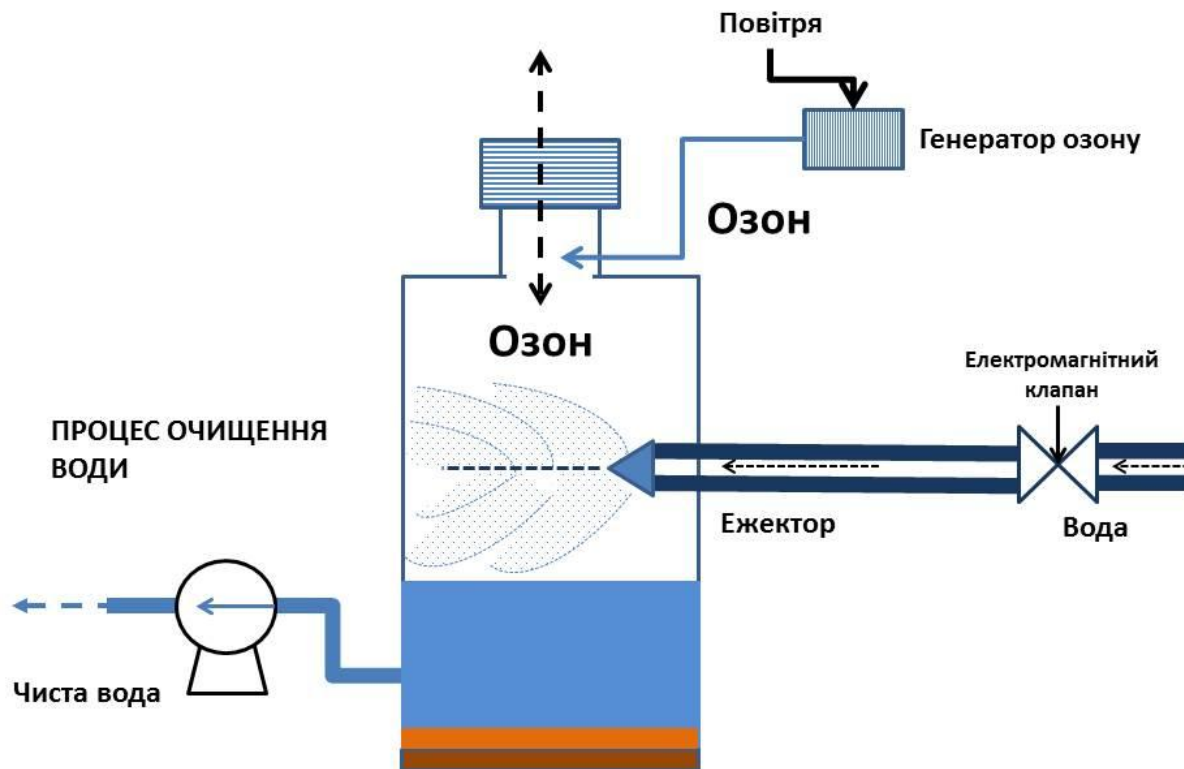


Рисунок 4.15 – Принципова схема очищення води озonom за допомогою апарату «Ніагара»

У процесі хімічної очистки розпорошена озono-повітряна суміш вступає з водою в хімічну реакцію. Очищення води озonom є об'ємне поглинання парів озону рідиною, але за ускладненою схемою хімічних реакцій.

До складу системи очищення входить фільтр для ознеплення вуличного повітря (2), осушувач повітря (3) і генератор озону (4). Вуличне повітря забирається компресором, і після очищення від пилу і вологи - використовується для приготування озono-повітряної суміші. Розподільний пристрій в апараті забезпечує розчинення на 95-99% озono-повітряній

суміші у воді, що приводить до ефективного розподілу озono-повітряної суміші по перетину апарату.

Для подальших експериментів для визначення ефективності використання озону у якості реагенту для преозонації (і зниження кольоровості, витрат на коагулянти та хлор) використовували установку «Ніагара», що була тимчасово змонтована на березі Дніпра в районі греблі Київської ГЕС та Київського водозабору.

Об'єктом дослідження була вода з р. Дніпро та після установки «Ніагара». У майбутньому ця вода після стадії преозонації має піти до вузлу дозації коагулянта, флокулянта та існуючи на станції водоочистки камери пластивцеутворювання- в існуючу схему водоочистки.

Вимірювалася кольоровість води до і після установки преозонації, згідно з ДСТУ ISO 7887:2003, ХПК до і після установки преозонації згідно з ДСТУ.

Мікробіологічні характеристики води досліджувались згідно з методичними вказівками “Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води” - МВ 10.2.1-113-2005 [27], в яких прописано методику відбору, зберігання і транспортування проб води для мікробіологічного аналізу, згідно з якою проводився відбір проб [27, 33].

Мікробіологічні дослідження. Проби води відбирали у спеціально призначені для такого відбору води стерильні флакони місткістю 500 см³ зі щільно закритими пробками, які захищені та фіксовані ковпачками, водночас до і після установки «Ніагара». Пробки були з матеріалу, який витримує стерилізацію в автоклаві. Відбір проб проводили з дотриманням правил асептики: пробки з ковпачками знімалися безпосередньо перед відбором проби, край флакона та пробка ні до чого не торкалися. Після відбору проби флакони щільно закривали пробкою з ковпачком, який фіксували. При відборі проб в одній і тій же точці для різних досліджень першими відбирають пробки для мікробіологічних досліджень. Відібрані

проби міряють і супроводжують направленням ф. № 305/о, в якому вказують: точне місце знаходження точки відбору проби, нормативно-технічний документ, згідно якого проведений відбір; дату і час відбору і доставки проби; мету дослідження. Доставка проб здійснювалася в продезінфікованих термоконтейнерах при температурі $6 \pm 20^\circ\text{C}$. Термін початку дослідження від моменту відбору проб не перевищував 6 годин.

Кількість бактерій групи кишкових паличок визначалась методом мембранної фільтрації. Метод мембранної фільтрації полягає у фільтруванні певного об'єму води через мембранні фільтри інкубації їх при $36 \pm 10^\circ\text{C}$ на середовищі Ендо-підрахунку кількості бактерій, що вирости подальшій ідентифікації за культуральними та біохімічними властивостями та розрахунку індексу в 1 дм³ води [33]. Дані мікробіологічних досліджень занесли в таблицю.

Перманганатна окиснюваність – кількість кисню, що потрібна для хімічного окиснення перманганатом калію легко окиснюваних органічних і неорганічних речовин (солей двовалентного заліза, сірководню, амонійних солей, нітритів тощо), які містяться у 1 дм³ води. Визначення проводиться згідно ДСТУ ISO 7890-2:2003 [17]. Метод заснований на окисненні органічних речовин розчином марганцевокислого і калію в кислому або лужному середовищі під час кип'ятіння. Саме визначення лужності відбувається по ДСТУ ISO 9963-1:2007. Якість води [18].

Для визначення ХСК 0,1 М розчином перманганату калію титрували за допомогою бюретки із зажимом аліквоту досліджуваної води до моменту виникнення рожевого забарвлення, що не зникає на протязі кількох секунд. Далі, знаючи об'єм аліквоти та кількість розчину перманганату, що була витрачена на титрування, розраховували ХСК.

Визначення забарвленості здійснювалося органолептичним методом згідно з ДСТУ ISO 7887:2003 Якість води. Визначання і дослідження забарвленості, шляхом порівняння пробірок з стандартними розчинами.

Відбирали пробу об'ємом 1 дм³ у стандартну скляну безбарвну колбу з р. Дніпро у безпосередній близькості до заборного патрубку установка «Ніагара». Другу пробу у таку ж саму чисту прозору скляну колби відбирали з патрубка виходу очищеної води і порівнювали з стандартними розчинами гексахлорплатинату, досліджували пробу на інтенсивність забарвленості і відтінок у розсіяному світлі на білому фоні.

Перед відбором проби колбу промивали хлороводневою кислотою, наприкінці споліскували її дистильованою водою. Озон дозувався у воду для обробки в розрахунковій концентрації 5 мг/л.

Опрацьовані результати досліджень (середнє арифметичне) були занесені у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати аналізу проб води з р. Дніпро до і після обробки озоном (метод «Ніагара»)

Домішки, що визначаються	Вхідні концентрації, мг/м ³	Вихідні концентрації, мг/м ³	Степінь очищення, %
ХПК	26	16	45%
Кольоровість, балл	60	20	66%
Колі-індекс	700	4	99,3%

Отримані дані в цілому підтверджують підвищену ефективність методу «Ніагара» порівняно з традиційним методом обробки озоном шляхом барботування і принципову перспективність методу. В той ж час, заявлених виробником обладнання значень по очистці води досягти не вдалося. Це

можна пояснити використанням «Ніагари» в нетипових умовах – у якості однієї з стадій очистки, зі зниженою дозою озону, що було зроблено свідомо на основі літературних даних, викладених у даній роботі (метою було вивчення методу дисперсії водо-озон-повітряної суміші для преозонації, а не в якості єдиного методу для очистки води Київського водосховища до норм питної (що навряд чи буде економічно доцільним).

У той же час даний метод, на думку автора дипломної роботи, може бути корисним на стадії преозонації, особливо – у час пікового навантаження існуючої системи очистки питної води «Київводоканал» по бактеріальним показникам, кольоровості та ХСК. При використанні замість прехлорування, він дасть змогу знизити дозу коагулянтів, бактерій та ХСК, виключити хлорорганічні сполуки. При цьому обладнання буде компактним і може бути розміщено у існуючих спорудах «Київводоканал».

У той же час, певним недоліком системи, незважаючи на велику кількість численних переваг, є витрати електроенергії на створення напору рідини для утворення водо-озоно-повітряної суміші.

Тому може бути доцільним продовження вивчення ефективності даного методу і, у випадку отримання позитивного результату – рекомендація для впровадження у якості допоміжного методу обробки води на станції водоочистки «Київ водоканал» у період пикових навантажень.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Дослідження стану з охорони праці на кафедрі екології

Відповідальність за створення здорових, безпечних умов праці, за життя і здоров'я працівників і студентів, безпечне використання побутових електричних приладів на кафедрі екології покладено на завідувача кафедрою екології Чорну Валентину Іванівну.

Усі працівники та студенти при прийманні на роботу та в процесі роботи (навчання) проходять інструктаж з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасного випадку.

Первинний інструктаж проводиться завідувачем кафедри екології Чорною Валентиною Іванівною. Завідувач кафедри проводить на початку семестру повторний інструктаж з охорони праці та техніки безпеки із записом у «Журнал реєстрації інструктажів з питань техніки безпеки та охорони праці на робочому місці» за особистим підписом кожного. Завідувач кафедри негайно повідомляє декана факультету водогосподарської інженерії та екології, проректора з навчальної роботи профспілковий комітет і службу з охорони праці про кожний нещасний випадок, що трапився під час науково-дослідних робіт та навчального процесу. Стан контролю за охороною праці здійснює зав. профком Рудаков Л.М.

Усі електроприлади, що знаходяться на кафедрі екології мають заземлення, а кожний кабінет та коридор мають окремий вимикач напруги, що знаходиться в коридорі у спільному розподільчому щитку. Окрім цього у кожному кабінеті є свій вогнегасник, а у коридорі знаходяться пожежні гідранти.

На кафедрі екології спостерігається відсутність теплої води і рушників з милом у кабінетах та у туалетах, що не дає можливості студентам та працівникам кафедри якісно та з комфортом мити руки.

5.2. Дослідження виробничого травматизму на кафедрі

Для аналізу виробничого травматизму використати статистичний метод. Аналіз проводиться за три (або п'ять) останніх років.

Для проведення розрахунку вихідні данні взяти зі звіту кафедри за формою 7-ТВН, актів про нещасні випадки в господарстві за формами Н-1, Н-5, НТ, П-5.

Для кількісної характеристики виробничого травматизму в основному використати наступні показники:

$$\text{коефіцієнт частоти травматизму } K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \times 1000;$$

$$\text{коефіцієнт важкості травматизму } K_{\text{в}} = \frac{D}{T};$$

$$\text{коефіцієнт втрат робочого часу } K_{\text{вт}} = \frac{D}{P} \times 1000;$$

де: Т – кількість нещасних випадків (травм) за досліджуваний період;

Р – середня (за списком) кількість працівників, чол.;

Д – сумарна втрата днів непрацездатності в результаті нещасного випадку, днів.

За останні 5-ть років травматизму на кафедрі не було. Тому аналіз не проводиться.

5.3. Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з озонатором «НІАГАРА»

5.3.1. Загальні положення

До самостійної роботи з озонаторами допускаються особи, які мають відповідну медичну освіту і підготовку за фахом, що володіють

теоретичними знаннями і професійними навичками відповідно до вимог діючих нормативних правових актів, що не мають протипоказань до роботи за даною спеціальністю за станом здоров'я, що пройшли в установленому порядку попередній (при надходженні на роботу) і періодичні (під час трудової діяльності) медичні огляди.

При роботі з озонаторами працівники повинні бути навчені безпечним методам і приемам виконання робіт, проведений їм вступний інструктаж з охорони праці та інструктаж з охорони праці на робочому місці, пройти стажування на робочому місці і перевірку знань з охорони праці.

Повторний інструктаж з охорони праці повинен проводитися в терміни не рідше ніж один раз на шість місяців.

При роботі з електричними медичними приладами працівник повинен мати 1 групу з електробезпеки.

Медичні прилади повинні відповідати вимогам технічно нормативно-правових актів, документам організацій-виробників.

Всі медичні електроприлади повинні: мати технічний паспорт, бути обладнані заземленням, бути в справному стані.

Працівники зобов'язані: дотримуватися режиму праці та відпочинку, встановлений законодавством, правилами внутрішнього трудового розпорядку організації, трудову дисципліну, виконувати вимоги охорони праці, правил особистої гігієни, виконувати вимоги пожежної безпеки, знати порядок дій при пожежі, вміти застосовувати первинні засоби пожежогасіння, курити тільки в встановлених для куріння місцях.

Знати прийоми надання першої допомоги при нещасних випадках : про несправності озонаторів і інших зауважень по роботі з медичним обладнанням, приладами та інструментом повідомляти завідувача кабінетом або особам, які здійснюють технічне обслуговування обладнання, дотримуватися вимог з охорони праці, а також правила поведінки на території установи, в виробничих, допоміжних і побутових приміщеннях,

підтримувати порядок на своєму робочому місці, проходити в установленому законодавством порядку медичні огляди, підготовку (навчання), перепідготовку, підвищення кваліфікації та перевірку знань з питань охорони праці, уважно виконувати свої службові обов'язки, використовувати озонатори строго відповідно до інструкцій заводів-виготовлювачів.

Пам'ятати, що безперервний час роботи озонаторів становить не більше п'яти годин, правильно застосовувати засоби індивідуального та колективного захисту відповідно до умов характером виконуваної роботи.

При виконанні робіт на озонаторах на медичних працівників можлива дія наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів: підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини, пожежонебезпека, небезпека отруєння, вибухонебезпечність.

При проведенні обробки в оброблюваному приміщенні повинні бути відсутніми люди.

При роботі в кабінетах з встановленими озонаторами повинен бути забезпечений доступ працівників до первинних засобів пожежогасіння, аптечка першої медичної допомоги. Працівник повинен знати перелік медикаментів, що входять в аптечку першої медичної допомоги, знати її місцезнаходження, вміти користуватися засобами пожежогасіння.

Заборонено включення озонаторів в приміщеннях насичених струмопровідним пилом, в місцях що містять активні пари та гази, які можуть руйнувати метал, в пожежонебезпечних приміщеннях і з відносною вологістю повітря понад 95%.

Перед початком застосування озонаторів необхідно витримати його при кімнатній температурі. При тривалій роботі озонаторів по дезінфекційної обробки приміщень озонової повітряною сумішшю, необхідні перерви в роботі, щоб попередити вихід з ладу гумотехнічних виробів.

При виконанні роботи на озонаторах працівник зобов'язаний працювати тільки в спеціальній медичній одязі, суворо дотримуватися правил особистої гігієни.

Не допускається виконувати роботу, перебуваючи в стані алкогольного, наркотичного та токсичного сп'яніння, а також розпивання спиртних напоїв, вживання наркотичних, токсичних і психотропних речовин в робочий час і за місцем роботи.

Медичний працівник зобов'язаний виконувати роботу, обумовлену трудовим договором, сприяти і співпрацювати з наймачем у справі забезпечення здорових і безпечних умов праці, негайно сповіщати свого безпосереднього керівника або іншу посадову особу про несправності устаткування, інструменту, пристосувань, засобів захисту, про погіршення свого здоров'я.

У разі виявлення в процесі роботи недоліків в експлуатації і несправності озонаторів працівники повинні інформувати про це завідувача кабінетом.

Працівники, які не виконують вимоги цієї інструкції, притягуються до відповідальності згідно із законодавством.

5.3.2. Вимоги безпеки праці перед початком роботи

Перевірити справність засобів індивідуального захисту, необхідних для виконання роботи, надіти спеціальну медичну одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту.

Роботи із застосуванням озонаторів повітря повинні проводитися в приміщеннях, в яких визначені параметри обробки, при яких досягається дезінфекційний ефект.

Перед початком роботи на озонаторах працівник повинен: звільнити проходи і робоче місце, протерти поверхню озонатора сухою ганчіркою,

переконалися у відсутності людей в оброблюваному приміщенні, перевірити відсутність видимих пошкоджень озонаторів, їх справність і комплектність.

При роботі на озонаторах не допускається: проводити вологу обробку озонатора, проводити роботи з непрацюючому в озонаторе вентиляторі, працювати з озонатором при витокі з нього озону, усувати виявлені витокі озону при працюючому озонаторе, відсутності або несправності захисного заземлення.

Роботу робити в суворій послідовності відповідно до інструкції озонатора по експлуатації.

Не вмикати в електричну мережу електричні озонатори та інше обладнання мокрими руками.

При переміщенні озонатора з одного приміщення в інше не допускається його використання при різниці температур в приміщеннях більше 10 градусів С. При цьому використання озонатора дозволяється після вирівнювання температур повітря і озонатора.

Для кожного оброблюваного приміщення, в якому проводиться дезінфекція за допомогою озонаторів має бути визначено розрахунковий час обробки. Для визначення часу дезінфекції приміщень за допомогою озонатора необхідно: визначити обсяг приміщення (О), визначити продуктивність озонатора (П) по озону в г / год, вимірявши температуру в приміщенні, визначити робочу концентрацію озону, необхідну для обробки (К) в г / м .куб. У приміщеннях лікувально-профілактичних організацій концентрацію озону беруть : $K = 0,04$ г / м.куб.

Розрахунковий час обробки приміщення визначається формулою:

$$T = 3 + (60 \times K \times O) / П$$

Виявлені порушення вимог безпеки праці повинні бути усунені власними силами, а при неможливості зробити це працівники, зобов'язані повідомити про них завідувачу кабінету. Забороняється усувати самотійно несправності озонаторів пов'язані з їх ремонтом і налагодженням, ремонт

приладів необхідно проводити в спеціалізованих організаціях або фахівцями організації.

5.3.3. Вимоги безпеки праці під час роботи

Працюючим на озонаторах забороняється: користуватися проводами з пошкодженою ізоляцією, допускати сторонніх осіб на робоче місце, використовувати озонатори не по їх прямому призначенню, працювати на несправних озонаторах, проводити будь-які маніпуляції всередині апаратів, працювати без спецодягу і запобіжних пристроїв, залишати включену установку без нагляду, проводити роботи по дезінфекції приміщень при відкритих дверях, працювати при відключених системах вентиляції, не допускати потрапляння вологи всередину озонаторів, торкатися до оголених проводів.

При роботі на озонаторах медичний персонал зобов'язаний дотримуватися способи і прийоми безпечного виконання робіт, використовувати прилади відповідно до їх інструкціями з експлуатації, технічними паспортами та іншої документації, розробленої заводами-виробниками.

При виникненні несправностей в роботі озонаторів, небезпечної або аварійної ситуації зупинити роботу, відключити використовувані апарати і повідомити про це завідувачому кабінету.

5.3.4. Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях

Працівник на озонаторах повинен припинити виконання робіт і знеструмити прилади: при виявленні обриву проводів живлення, несправності заземлення та інших пошкодженнях приладів, в разі короткого замикання електрообладнання і його загоряння, при виникненні пожежі або нещасного випадку.

При загорянні електропроводки, обладнання і тому подібні події відключити електроживлення і вжити заходів щодо ліквідації пожежі наявними засобами пожежогасіння застосовуючи вуглекислотні або порошкові вогнегасники.

Застосування пінних вогнегасників і води для гасіння електрообладнання знаходиться під напругою не допустимо.

Вимкнути припливно-витяжну вентиляцію, негайно повідомити про пожежу завідувачу кабінету і в пожежну охорону, вказавши точне місце його виникнення, оповістити оточуючих і при необхідності вивести людей з небезпечної зони.

При нещасному випадку на виробництві необхідно:

швидко вжити заходів щодо запобігання впливу травмуючих чинників на потерпілого, надання потерпілому першої допомоги, виклику на місце події швидкої медичної допомоги, повідомити про подію завідувачу кабінету або відповідального (посадовій) особі, забезпечити до початку розслідування збереження обстановки, якщо це не становить небезпеки для життя і здоров'я людей.

5.3.5. Вимоги безпеки праці після закінчення роботи

Після закінчення роботи працює на озонаторах повинен: відключити електричні апарати через кабель, який живить від електричної мережі, прибрати інструменти, пристосування і матеріали в місця їх зберігання, привести в порядок робоче місце.

Після відключення озонатора входити в оброблені приміщення за часом дозволяється не раніше двох третин часу обробки.

Повідомити завідувачу кабінетом про недоліки, виявлені під час роботи озонаторів і інших факторах, що впливають на безпеку праці.

5.4. Дії в надзвичайних ситуаціях

З метою попередження аварійної ситуації, необхідно усім працівникам лабораторії дотримуватись правил безпеки праці, пожежної безпеки, санітарно-гігієнічних вимог, правил експлуатації електрообладнання тощо.

При ураженні електричним струмом слід негайно звільнити потерпілого від його дії шляхом вимкнення електричного струму або відривання його во: джерела струму тримаючись за одяг потерпілого, якщо він сухий, чи ставити на гумову ковдру, суху дошку, картон, фанеру, брезент. Якщо потерпілий опинився у стані непритомності, слід забезпечити йому приплив свіжого повітря, розстібнути тісний одяг, дати нюхати нашатирний спирт, оббризкати водою, розтирати і зігрівати тіло. При рідкому та судорожному диханні потерпілого, слід робити йому штучне дихання.

При виникненні пожежі необхідно вимкнути від живлення усе устаткування або залишити робоче місце, відразу повідомити про не завідувача лабораторії. негайно викликати пожежну команду по телефону 101. та організувати гасіння пожежі первинними засобами пожежогасіння.

Якщо необхідно, то надати першу долікарську допомогу травмованій особі і відправити до лікарні.

В аварійних випадках (травмуванні, несправності обладнання, пожежі тощо) сповістити завідувача лабораторії та спеціаліста служби охорони праці.

5.5. Рекомендації з поліпшення стану з охорони праці при роботі з озонатором «НІАГАРА».

Для покращення охорони праці під час роботи з озоном рекомендовано частіше проводити первинний інструктаж із охорони праці та правил техніки безпеки задля кращого засвоєння інформації.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою проведення техніко-економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту в цілому. Також це дає можливість навчитися більш раціонально планувати свою практичну діяльність надалі і сприяти високій ефективності науково-дослідних робіт. Актуальність вибраної теми пов'язана з оцінкою ефективності методу озонування для очищення поверхневих вод у штучних водоймах.

6.1. Організація досліджень

Організація дослідження включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку та тривалості, складання сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення дослідження.

6.1.1. План проведення дослідження

Для здійснення дослідження необхідно організувати роботу. Для цього використовувався сітьовий метод планування та управління (метод застосовується, якщо виконується комплекс робіт, що мають загальний початок і загальне закінчення). Види робіт, їхня тривалість і послідовність зведені в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт i-j	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , (дні)
1-2	Літературний огляд	10
2-3	Збір проб	5
3-4	Ознайомлення з лабораторією	1
4-5	Підготування обладнання	2
5-6	Приготування проб води для проведення дослідів .	14
5-7	Підготовка інструментального обладнання	1
5-8	Розбавлення відібраних проб та встановлення контролю	6
5-9	Очищення відібраних проб за допомогою озонатора	4
5-10	Вимірювання параметрів очищених зразків та контролю	6
5-11	Обробка отриманих даних	1
6-11		1
7-11		1
8-12	Побудова графічних залежностей	5

6.1.2 Побудова сітьового графіку

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік (сітьова модель) – графічна модель комплексу робіт, у якій точно до

деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними. На основі сітьового графіка здійснюється планування, оптимізація і керування процесом виконання всього комплексу робіт. При використанні сітьового графіка вдається формалізувати процес, тобто виразити його чисельно. Сітьовий графік представлений на рис. 6.1

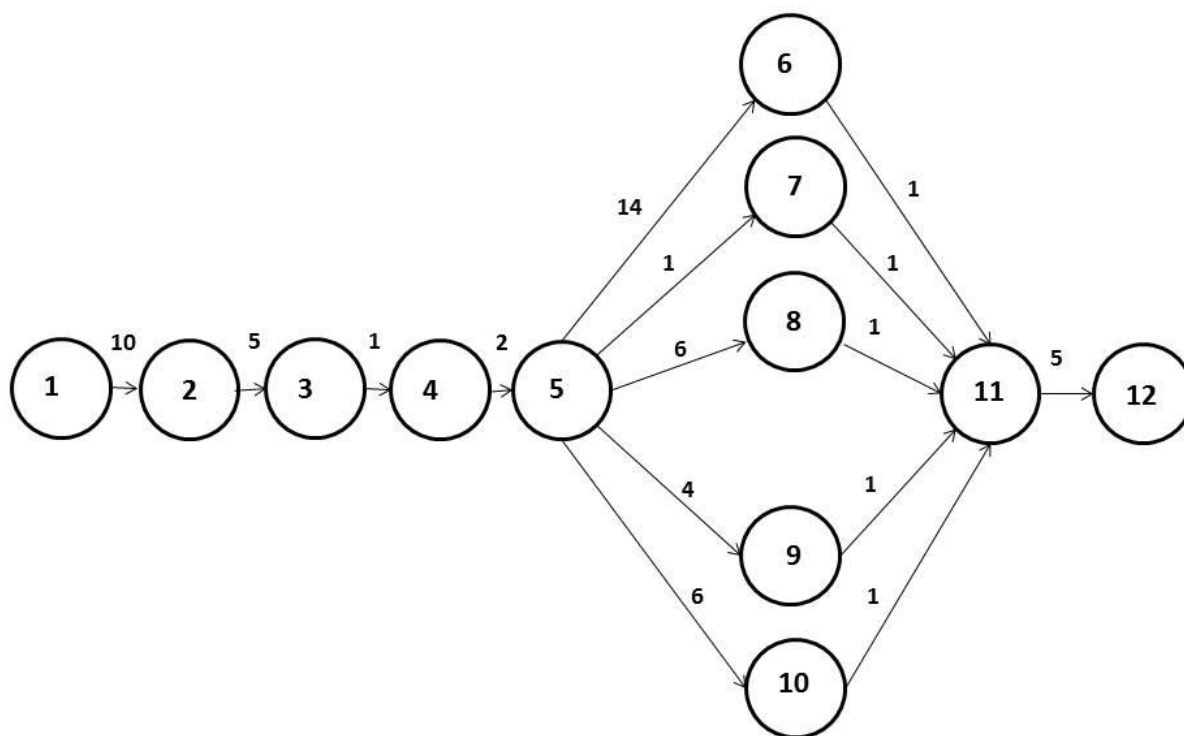


Рис. 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходяться всі повні шляхи. Шлях – це тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої. Для цього складаються тривалості робіт (t_{ij}):

$$L_{11-2-3-4-5-6-11-12} = 10 + 5 + 1 + 2 + 14 + 1 + 1 + 5 = 39 \text{ днів};$$

$$L_{21-2-3-4-5-7-11-12} = 10 + 5 + 1 + 2 + 14 + 1 + 1 + 5 = 39 \text{ днів};$$

$$L_3 \text{ 1-2-3-4-5-8-11-12} = 10 + 5 + 1 + 2 + 14 + 6 + 1 + 5 = 44 \text{ дні};$$

$L_{41-2-3-4-5-9-11-12}=10+5+1+2+14+4+1+5=42$ дні;

$L_{51-2-3-4-5-10-11-12}=10+5+1+2+14+6+1+5=44$ дні;

Критичний шлях дорівнює 44 дні.

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ($L_{кр}$). У даному випадку критичними є третій та п'ятий шляхи. Потім розраховуються параметри сітьової моделі: ранній і пізній термін здійснення подій. Пізній термін здійснення події ($T_i^п$) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої. Ранній термін здійснення події ($T_i^р$) – це найбільший шлях від початкової події до і-тої. Розрахуємо резерв шляху за формулою (6.1):

$$R_i = T_i^п - T_i^р; \quad (6.1)$$

де, R_i – резерв шляху;

$T_i^п$ – пізній термін здійснення події;

$T_i^р$ – ранній термін здійснення події.

Таблиця 6.2 Терміни здійснення подій (ранній і пізній) і резерв шляху

Номер події	$T_i^р$, дні	$T_i^п$, дні	R_i , дні
1	10	12	2
2	5	5	0
3	1	1	0
4	1	1	0
5	14	37	23
6	1	5	4
7	6	7	1
8	4	5	1
9	6	8	2
10	1	1	0

11	1	1	0
12	1	1	0

Далі знаходимо резерви часу:

а) Повний резерв часу роботи (R_{ij}^n) – це максимальна кількість часу, на яку можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховується по формулі (6.2):

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

де, t_{ij} – тривалість роботи.

б) Вільний резерв часу роботи (R_{ij}^b) – це максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Вільний резерв часу роботи розраховується по формулі (6.3):

$$R_{ij}^b = T_j^p - T_i^p - t_{ij} \quad (6.3)$$

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт (K_{ij}^h) визначається по формулі (6.4):

$$K_{ij}^h = \frac{L_{\max,ij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

де, $L_{\max,ij}$ – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;

$L_{кр}$ – критичний шлях;

$L_{кр} = 44$ дня.

Розрахунки зведені в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів

Шифр робіт, i-j	Вільний резерв R_{ij}^B , (дні)	Повний резерв $R_{ij}^П$, (дні)	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	1
2-3	0	0	1
3-4	0	0	1
4-5	0	0	1
5-6	0	5	0,659
5-7	0	6	0,785
5-8	0	6	0,836
5-9	0	6	0,685
5-10	0	6	0,453
5-11	0	0	1
6-11	0	4	0,256
7-11	0	1	0,596
8-11	0	1	0,899
9-11	0	0	1
10-11	1	0	1
11-12	6	0	1

Таким чином, використання сіткового планування допомагає правильно організувати захід, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перешикувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка варто прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення заходу.

Метою сіткового планування є оптимізація процесу.

Аналізуючи отримані розрахункові дані, видно, що на виконання всього комплексу робіт, зв'язаних із проведенням дослідження, буде потрібно 44 дні. Причому, виконання робіт, що лежать на критичному

шляху, необхідно закінчувати точно в термін, тому що вони не мають резерву часу. А на критичному шляху лежать майже всі виконувані роботи. Крім того у більшості робіт коефіцієнт напруженості дорівнює своєму найбільшому значенню.

Виходячи з таблиці 5.3 можна зробити висновок, що календарні терміни деяких робіт можна зміщати в часі.

6.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідів, знаходились по формулі (6.5):

$$M = \sum m_i * C_i, \quad (6.5)$$

де, m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приведені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування реагенту, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
Етиловий спирт, мл	100	0,487	48,70
Фільтрувальний папір, кг.	1	190	190
Дистильована вода, л	10	3,8	38
Лінійка, шт.	1	20,45	20,45

Пробірка, шт.	25	3,00	75
Маркер червоний, шт	1	50,00	50,00
Рукавички, пари	5	30,00	150,00
Маска, шт	3	150,00	450,00
Халат, шт	1	400,00	400,00
Захисні окуляри, шт	2	180,00	360,0
Усього			1782,1

Заробітна плата людей, що займалися дослідженням, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Розрахунки зведені в таблицю 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Керівник	8000	46,45	15	696,75
Всього				696,75

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22%, Єдиного соціального внеску.

Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = 696,75 \times 22 \div 100 = 153,29$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (6.6):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

де, M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності, $K=0,9$;

T – час роботи на установці;

a – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн./(кВт/год.);

$$a = 1,68 \text{ грн./}(кВт/год.);$$

Тоді затрати енергії на установку «Ніагара»:

$$E_1 = 20 \cdot 0,9 \cdot 32 \cdot 1,68 = 967,68 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_2 = 0,14 \cdot 0,9 \cdot 240 \cdot 1,68 = 50,80 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на принтер:

$$E_1 = 0,14 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 1,68 = 1,7 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на дистилятор:

$$E_3 = 3,6 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 87,1 \text{ грн.}$$

Загальні затрати електроенергії:

$$E = 967,68 + 50,80 + 1,7 + 87,1 = 1107,28$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, знаходимо за формулою (6.7):

$$A = \frac{\Phi \cdot N \cdot t}{100 \cdot 12} \quad (6.7)$$

де, А – амортизаційні відрахування, грн.

Φ – вартість устаткування, грн.;

N – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, днів,
(дослідження проводились протягом одного місяців);

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів.	Витрати на амортизацію, грн.
Установка «Ніагара»	120000	25	4	328,76
Комп'ютер	7000	15	30	86,3

Принтер	6500	10	1	1,78
Дистилятор	1800	20	2	1,97
Разом				418,81

Накладні витрати – це витрати, пов’язані з обслуговуванням та управлінням виробництва. До накладних витрат відносяться витрати на оплату праці адміністративно-управлінського та обслуговуючого персоналу, інші витрати, пов’язані з управлінням. Накладні витрати, що включають витрати пов’язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80% від розрахованої заробітної платні виконавців дослідження:

$$696,75 \times 80 \div 100 = 557,4$$

Розрахунок всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зведено в таблицю 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1782,1
Заробітна плата	696,75
Нарахування на заробітну плату	153,29
Електроенергія	1107,28
Амортизація	418,81
Накладні витрати	557,4
Усього	4715,63

Аналіз таблиці показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати.

6.2 Розрахунок ціни дослідження

Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (6.8):

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де, Ц – ціна дослідження, грн.;

С – витрати на дослідження, грн.;

Р – нормативна рентабельність;

Р = 30%

Таким чином:

$$Ц = 4715,63 + ((30 \times 4715,63) \div 100) = 6130,31$$

Витрати на проведені дослідження становлять = 6130,31 грн.

ВИСНОВКИ

1. Застосування класичної технології очищення води коагулюванням і освітленням у комплексі з озонсорбцією дозволяє забезпечити необхідний ступінь очищення води і її відповідність нормативним вимогам незалежно від стану джерела водопостачання.
2. Поєднання традиційних методів очистки води штучних водосховищ в комплексі з озонсорбцією забезпечує більш високе очищення води.
3. Методи дрібнодисперсного озонування дозволяють повністю видаляти зважені речовини з води.
4. За допомогою методів дрібнодисперсного озонування можливо знизити кольоровість води у штучних водоймах до необхідного рівня.
5. Використання установки «НІАГАРА» для очищення води штучних водойм суттєво зменшує загальну концентрацію органічних забруднень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверін Г. В., Звягінцева А. В. Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: збірка тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2005. С. 15–16.
2. Вода і водоочисні технології. Науково-технічні вісті (“Water and water purification technologies. Scientific and technical news”): наук.-техн. журн. / засн.: НТУ України ”КПІ”, ТОВ ”Укр. водна спілка” (Укр. спілка фахівців в галузі очистки води). Київ, 2010.
3. Водний фонд України: Штучні водойми – водосховища і ставки: довідник / Гребінь В. В., Хільчевський В. К., Сташук В. А., Чунар'єв О. В. Київ: Інтер-прес ЛТД, 2014. 164 с.
4. Голян В. А., Сакаль О. В., Третяк Н. А. Упорядкування водоохоронних зон як важлива передумова охорони вод від забруднення нітратами із сільськогосподарських джерел: інституціональне забезпечення та ідентифікація. “Агросвіт”. 2015. № 23. С. 3–12.
5. Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В., Колесник Т. М. Біологічний моніторинг водного середовища: навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2010. 161 с.
6. Духовний В. А., Введення в водне господарство. Ташкент, 2016. С. 4-14.
7. Сартакова О.Ю., Горелова О.М.. - Барнаул: Издат-во Алт ГТУ, 2002. -178 с.
8. Пейго Ли. Исследование электрических характеристик барьерного озонатора с учетом теп-ловых процессов // Автореф. дисс. канд. техн. наук. М.: МЭИ, 1998. 16 с.
9. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Самойлович В.Г. Озонирование в процессах очистки воды / под общ. ред. В.Л. Драгинского. М.: ДеЛи
10. Анісімова С., Риболова О.В., Поддашкін О.В. Екологія. К.: Грамота, 2001. 136 с.

11. Бойчук Л. Д., Соломенно Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2003. 284 с.
12. Голубець М. А., Кучерявий В.П., Генсірук С. А. та ін. Конспект лекцій з курсу Екологія та охорона природи (теоретичні основи загальної екології, охорони природи, комплекс природоохоронних заходів). К.: УМКВО, 1990. 216 с.
13. Даждо Р. Основы экологии. Пер. с франц. / Под ред. В.В. Алпатова. М.: Прогресс, 1975. 415 с.
14. Дорогунцов СЛ., Коценко К.Ф., Аблова О.К. Екологія. К.: КНЕУ, 2001. 162 с.
15. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Знання. 2002. 550 с.
16. Сухарев С. М., Чудак С. О., Сухарева О.Ю. Технологія та охорона навколишнього середовища: Навч. посіб. — Львів: Новий Світ — 2000, 2004. 256 с.
17. ДСТУ ISO 10304-1:2003. Якість води. Визначення розчинених фторид, хлорид, нітрит, ортофосфат, бромід, нітрат сульфат-іонів методом рідинної хроматографії. Частина 1. Метод для малозабруднених вод. [Чинний від 01.07.2004]. Київ, 2004. Національна академія аграрних наук України. (Державний стандарт України).
18. Запольський А. К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник. Київ, 2005. 671 с.
19. Запольський А. К., Шумигай І. В. Охорона питних вод від виснаження і забруднення // Агроєкологічний журнал. 2015. № 3. С. 6–15.
20. Левківський С. С., Хільчевський В. К., Оболюцький О. Т. Загальна гідрологія. Київ: Фітоцентр, 2000. 264 с.

21. МВ 10.2.1-113-2005. Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води. [Чинний від 03.02. 2005]. Київ, 2005. Міністерство охорони здоров'я (МОЗ).

22. Методика дослідження екологічного стану басейнів малих річок / Совгіра С. В., Гончаренко Г. Є., Гончаренко В. Г., Берчак В. С. Умань, 2016. 288 с.

23. Мраков В. А. Забруднюючі речовини в питній воді. Київ: Наука, 1990. 415 с.

24. Накорчевська В. Ф. Хімія води: конспект лекцій. Київ: КНУБА, 1998. 65 с.

25. Новіков С. С. Оцінка якості питної води. Київ: Думка, 1995. 183 с.

26. Олійник З. А, Росада М. О., Ніконова Н. О. Мікробіологічний контроль води в Україні: Сучасні проблеми нормативно-методичної документації. Вода: гігієна і екологія (аналіз даних літератури, збір та обробка матеріалу). Київ, 2017. С. 18–26.

27. Оскольский В. В. Рациональное використання водних ресурсів як фактор забезпечення національної безпеки України: матеріали VII Пленуму Спілки економістів України та Всеукр. наук.- практич. конф. Спілка економістів України. Київ: Друк ПП фірма "Серж", 2012. 302 с.

28. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона: навч. посіб./ Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р., Кравчинський Р. Л., Чунар'ов О. В. Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2015. 154 с.

29. Панасюк І. В. Упорядкування водоохоронних зон міських водойм на основі екологічної оцінки якості вод. Київ: "Медінформ", 2016. 94 с.

30. Петренко О. С. Охорона водних ресурсів: конспект лекцій. Київ: КНУБА, 2014. 68 с.

31. Солованюк О. В., Гулай Л. Д. Роль нітрогенвмісних сполук в оцінці екологічного стану поверхневих штучних водоймах // Збірник наукових

статей III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. Вінниця, 2011. С. 537–539. URL: <http://eco.com.ua/>

32. Гридько Є. Л. Як написати дипломну роботу за добу. НТУУ «КПІ», Рада по вивченню продукт. сил України. Київ, 2020. 80 с.

33. Яцик А. В. Водний фактор у збалансованому екобезпечному розвитку. Київ: Полімед, 2007. 71 с.

34. Щербак В.І. Гідроекологічні аспекти вирішення проблеми оцінки та зменшення загроз біорізноманіттю континентальних водойм України / Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України. — К.: Хімджест, 2003. — С. 273-348

35. Найденко В. В., Васильев Л. А., Васильев А. Л. Озонаторные модули // Водоснабжение и санитарная техника. 1992. № 10. С. 12-15.

36. Васильев А. Л., Васильев Л. А. Использование вихревых элементов в устройствах синтеза озона // Вода: экология и технология. ЭКВАТЭК-2000. Тезисы докладов 4-го Международного конгресса. М., 2000. С. 231-235.

37. Драгинский В.Л. Игнатьев А.Н. Озонирование в процессах очистки воды // Математическое моделирование процессов озонирования водных растворов химических соединений.

38. Комплексні рішення для очистки вод [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ekosystem-ukraine.com.ua/>.

39. Водопостачання та водовідведення [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://energoresurs.com/>.

40. Промышленная и коммерческая очистка воды [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://digidrol.com.ua/index/0-5>.

41. Pacific Ozone – Ozone Generators and Complete Integrated Systems [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://pacificozone.com/>.

42. Озонування води [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ecotronic.com.ua/ru/article/506/>.

43. Озонування води [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://linex-west.com/ua/articles/1>.

44. Схема трубчатого озонатора системи Велсбах [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ruecology.info/pics/201061603160005/>.

45. Схема пластинчатого озонатора системи Отто [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ru-ecology.info/pics/20261110278012/>.

46. СтримОзон [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://streamozone.business-guide.com.ua/>.

47. Experimental aspects of mechanistic studies on aqueous ozone decomposition in alkaline solution [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://eurekamag.com/pdf/010/010632031.pdf>.

48. Development of the ozonizer and ozonation technology for waterworks in Japan [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jwet/2/2/2_2_37/_pdf.

ДОДАТКИ

Тези доповідей в матеріалах Регіональної науково-практичної конференції «Вода та зміни клімату – прискорення дій»»



Продовження дод. А

ЗМІСТ

Витраць Михайло Романович Громадянську раді	4
Аманська Т. В., Білодіна О. В., Аналіз гідрологічного стану деяких малих річок Придніпров'я.....	7
Бумар Г.Й. Екологічні проблеми збереження болотних екосистем Поліського природного заповідника.....	9
Доценко В.І., Ткачук Т.І., Косинська К.П. Застосування інформаційних технологій для розрахунку елементів техніки польову по борознах заповідника.....	11
Доценко В.І., Давчак К.С. Застосування інформаційних систем при проектуванні закритої зрошувальної мережі.....	13
Запорожченко В.Ю., Рудаків Л.М. Теоретичні питання науково-аналітичного характеру стосовно розрахункових характеристик максимального стоку річок	14
Запорожченко В.Ю., Кравчишина Ю.М. Залежність сучасних змін водного режиму річок від клімату.....	15
Запорожченко В.Ю., Калініченко В.Я. Можливості застосування широкозахватних дощувальних машин для крапельного зрошення.....	16
Коваленко В.В., Доценко В.І., Запорожченко В.Ю., Потомак О.Ю. Інструментальне підтвердження ефективності методу розрахунку вологотривалості (в умовах ПП «Перемога АПК»)	17
Коваленко В.В., Доценко В.І., Бугайова В.Ю., Коломейцева К. Оцінка вологотривалості пшениці озимої восени 2020 року.....	19
Кім І.В., Аманська Т.В. Модифікація методу озонування для очищення води ставків і природних водойм	21
Льонкіна А.С., Орліська О.В., Максимова Н.М. Оцінка якості зрошувальної води магістрального каналу МК-1 Кіровоградської зрошувальної системи	23
Любченко В.В., Любченко М.Л. Інженерний захист території. «Противільтраційна захітка (ПФЗ) для захисту від затоплення м. Кам'янка-Дніпровська Запорізької області »	25
Сердюк С.М., Гайдай А.М. Гідролого-гідрохімічна оцінка якості води р. Самара	30
Сердюк С.М., Науменко С.Д. Гідроекологічна оцінка якості води р. Оріль	32
Овчарюк Ю.А. Особливості алгоритмізації вибору оптимального фільтрувального завантаження в автоматичному режимі	34
Семенюк І.П., Максимова Н.М. Аналіз якісного складу донних відкладень річки Саксагань	36
Ткачук А.В., Ткачук Т.І. Екологічні аспекти водокористування на зрошуваних землях.....	38
Шугуров О.О., Афанасьєва А.В. Вплив сульфонілсечовини на життєдіяльність дафній	39
Чуєрина В.Г. Моніторинг поверхневих вод України	41
Якшин Т.С., Богина О.С., Півареня Д.С., Орліська О.В. Дослідження енергії проростання та схожості насіння кресс-салату на водних витяжках з донних осади регулюючих басейнів.....	43
Рішення конференції	47

УДК 574/504. 606:628

**МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ ОЗОНУВАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ
СТАВКІВ І ПРИРОДНИХ ВОДОЙМ**

Кім І. В., здобувач вищої освіти 2-го магістерського рівня

Ананьєва Т. В., к.б.н., доцент

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

E-mail: garrykim28@gmail.com

Одною з основних проблем поверхневих водойм є цвітіння води, спричинене бурхливим розвитком фітопланктону, що в свою чергу зумовлює погіршення якості води, насичення органічними рештками і токсинами, дефіцит розчиненого у воді кисню, зміну кольору води. Ця проблема характерна як для прісної, так і для морської води, але в основному спостерігається в прісних стоячих водах (ставки, басейни, озера). Як правило, тільки один або невелике число видів фітопланктону беруть участь в конкретному цвітінні. Забарвлення воді надається в зв'язку з високою концентрацією пігментованих клітин. Вода часто стає зеленою, але також може бути жовто-коричневою або червоною кольору, в залежності від виду водоростей. Одним з методів боротьби з даною проблемою може бути озонування води – технологія очищення, заснована на використанні газу озону, потужного окиснювача. Очищення води озоном є одним з найефективніших методів очищення води і запобігання її зараження різноманітними шкідливими і небезпечними елементами. В процесі очищення озон здатний усувати з води всі хвороботворні мікроорганізми й окислювати забруднювачі будь-якого походження та приводити їх до стану нерозчинних сполук, які є безпечними для здоров'я людини, тим самим повертаючи воді природний смак, колір та запах. Озонування води сьогодні широко поширене, оскільки існує необхідність в методах глибокого очищення води для її повторного використання. Якщо говорити про основні переваги даного роду очищення, то варто сказати про те, що озон розкладається на кисень, має високу швидкість реакції з іншими речовинами, не залишає ніяких слідів реакції, і його можна добувати на місці проведення очистки. Саме озон є безпечною речовиною для

хімічного очищення води. Ще одна перевага озонування води полягає в тому, що він не порушує лужний та кислотний баланс в воді, не підвищує або знижує вміст солей. У зв'язку з тим, що озон є похідною речовиною кисню, при взаємодії з іншими речовинами відбувається віддача атомів кисню, тому озон – найефективніший окислювач металу, який використовується при очищенні води. Знезараження води озоном суттєво ефективніше за інші методи. Основна ідея застосування озонного очищення води полягає у поєднанні ефективності технології з її екологічністю і безпекою. Якщо при обробці використовувався надлишок озону, не виникне ніяких неприємностей, оскільки озон – нестійка речовина, яка швидко перетворюється на кисень. У процесі хімічної очистки розпорошена озонно-повітряна суміш вступає з водою в хімічну реакцію. Очищення води відбувається за рахунок об'ємного поглинання парів озону рідкою фазою, але за ускладненою схемою хімічних реакцій. Традиційно в процесі очищення застосовують барботаж озонно-повітряної суміші через воду, яка очищається. При цьому важливим технологічним етапом є забезпечення певного часу контакту озону з водою і рівномірне його введення по всьому об'єму води, яка обробляється. Така схема очищення води достатньо витратна як за часовими (продовженими) характеристиками, так і за енерговитратними показниками. Більш ефективною є схема озонування води «Ніагара», в якій вода через форсунки розпилюється в озонному середовищі. При такій схемі дрібнодисперсні краплі води на декілька порядків ефективніше окислюються озоном, що дозволяє скоротити час контакту озону з водою і значно знизити експлуатаційні витрати на очищення води. На сьогоднішній день система озонування води «Ніагара» вже успішно застосовується для очищення артезіанської води; доочищення водопровідної води; очищення води відкритих водойм та криниць; очищення оборотної води в плавальних басейнах; стерилізації поверхонь і обладнання на харчових підприємствах; стерилізації, дезінфекції сировини, продуктів при митті озонованою водою; фінішного озонування при розливі води, соків та інших напоїв; підвищення ефективності і продуктивності очисних споруд. Застосування озонного очищення води є

абсолютно безпечною і екологічно чистою технологією, яка дуже зручна в системах як великої, так і малої водопідготовки питної води, в системах муніципального очищення води, а також для штучних і природних водойм невеликої площі з усім різноманіттям природних гідробіонтів. Отже, в умовах антропогенного навантаження на навколишнє середовище озонування розглядається як перспективний метод очищення, який може і повинен бути застосований для підвищення якості води рибогосподарських ставків та інших поверхневих водойм цільового і комплексного призначення.

Тези доповідей в матеріалах Четвертої міжнародної науково-практичної конференції «Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем»

Міністерство освіти і науки України
Дніпропетровська обласна рада
Департамент екології та природних ресурсів Дніпропетровської облдержадміністрації
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Всеукраїнська екологічна ліга
Університет м. Жироно, Іспанія
Інститут хімії для сільського та лісового господарства, Польща
Білоруський державний університет, м. Мінськ, Білорусь
Університет Ібн-Халдун, Тіарет, Алжир
Університет м. Монігоба, Канада

**ЧЕТВЕРТА МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
«ВІДНОВЛЕННЯ БІОТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АГРОЕКОСИСТЕМ»**

Матеріали конференції
8-9 жовтня, 2020
Дніпро, Україна

**IV INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
«RESTORING BIOTIC POTENTIAL OF AGROECOSYSTEMS»**

Programme and abstracts
8-9 October, 2020
Dnipro, Ukraine

Дніпро
Середняк Т. К.
2020

6. Т.В. Апаньєва. Якість питної води з декаралізованого водопостачання Криворіжжя.
7. Т.В. Апаньєва, І.В. Кім. Переваги технології озонування для очищення стічних вод.
8. О.В. Орлівська, Н.М. Максимова, А.С. Львівка. Оцінка ризику розвитку підтоплення с. Степове.

Секція 2.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПРИРОДНИЧОГО АГРОВПРОБНИЦТВА НА ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Керівник секції: Харитонюк М.М., д.с.-г.н., проф.

Секретар: Доценко Л.В., к.б.н.

1. К.С. Харченко. Урбанізований екологічний простір і його характеристики.
2. О.С. Іванченко, В.П. Бессонова. Видове різноманіття дендрофлори парку Зелений Гай м. Дніпро.
3. Т.В. Апаньєва, І.В. Кім. Корпоративна соціальна відповідальність: молодіжний рух і перспективи.
4. Л.В. Доценко, Н.В. Мирошніченко. Вплив викидів ДП ВО ПМЗ ім. О.М. Макарова на атмосферне повітря м. Дніпро.
5. І.В. Чушкіна, Н.М. Максимова, І.В. Кибальна, К.К. Коломойцева, К.А. Гервольська, А.Ю. Бордальова. На скільки придатна вода, котру ми споживаємо?
6. В.І. Чорна, Ю.І. Грицан, Н.В. Ворошилова, Л.В. Доценко, Є.Ю. Мошегова. Особливості лісової рекультивації на Дніпропетровщині.
7. А.В. Павличенко, Т.В. Лампіка. Екологічні аспекти переробки відходів гірничодобувного комплексу.
8. В.М. Ловинська, М.М. Цоро. Оцінка вмісту важких металів у хвої *Pinus rallasiana* на рекультивованих землях.
9. М.А. Маринець, В.В. Каценяч, Ю.І. Грицан. Формування стратегії розвитку сільського зеленого туризму в дніпропетровській області.

Секція 3.

АГРОБІОРЕЗНОМАНІТТЯ: СКЛАДОВІ, СУЧАСНИЙ СТАН, ЧИННИКИ РІЗНИКУ

Керівник секції: Ворошилова Н.В., к.б.н., доц.

Секретар: Каценяч В.В.

1. T.Yu. Lykholat, O.M. Marenkov, O.A. Lykholat. Influence of exoestrogen on functional processes in animal extraction system.
2. Е.О. Сітушенко, І.О. Кошарова, А.С. Борщова. Територіальні аспекти змін таксономічного різноманіття агрофітоценозів Кривбасу.
3. О.О. Родіна-Степченко, Т.С. Шармох, Ю.В. Сакненко. Визначення вмісту токсичних елементів в рибних продуктах.
4. Ю.В. Лихолат, Н.О. Хромих, В.Р. Давидов, О.О. Дідур. Метаболічна відповідь представників роду *Sphaerotilus* на умови зростання.

ЗМІСТ	
ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ	
A.C. Кобець, М.М. Чабаненко, П.В. Волох, Ю.І. Грицай, В.Р. Левченко. РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ПОРУШЕНИХ ЗЕМЕЛЬ: ЕКОЛОГІЧНІ ТА ПРАВОВІ АСПЕКТИ	14
M. Kharytonov, H. Heilmeyer. SOILAMENDMENTS IMPACT ON BIOENERGY CROPS GROWTH IN RECLAIMED MINELANDS	21
S. Stankevich, G. Pardini, M. Gisbert, M. Kharytonov. REMOTE AND GROUND BASED SENSING AND MITIGATION OF LANDS DEGRADED DUE TO INDUSTRIAL AND MINING ACTIVITY	23
V. Dukat, J. Haile, A. Sidha, T. Duka. INDUCTION OF HYPERPHOSPHORYLATED TAU IN A ROTENONE INDUCED IN VITRO MODEL OF PD	24
V.I. Чорна, Н.В. Ворошилова, А.В. Тезчук. БАЛАНС МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ ЯК ПОТЕНЦІАЛ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	25
В.М. Боголюбов, С.О. Пустова. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ	26
О.І. Циморик. ВПЛИВ СИСТЕМИ МУЛЬЧУВАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ДЕФЛЯЦІЙНІ ПРОЦЕСИ ҐРУНТУ В СТЕПУ УКРАЇНИ	28
С.М. Крамарьов, С.А. Черних, С.М. Лемішко, І.С. Березань. ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ НІТРОАМОФОСКИ ІМПРЕГНОВАНОЇ ПІТАМАНІ МІКРООРГАНІЗМІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО	30
С.А. Ситник, Л.В. Мурадян. АКУМУЛЯЦІЯ МЕТАЛІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ У АСИМІЛЯЦІЙНІЙ ФРАКЦІЇ ДЕРЕВОСТАНІВ ROBINIA PSEUDOACASIA L ЛІСОВОГО ФОНДУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	32
С.М. Крамарьов, Л.П. Бандура, О.С. Крамарьов. ФОСФОРНІ ПРОБЛЕМИ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ УКРАЇНИ ТА МОЖЛИВІ ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ	33
В.І. Чорна, В.В. Каценіч, Д.Р. Лисенко, Т.О. Козювалова. ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ФЕРМЕНТАТИВНОЇ АКТИВНОСТІ В ЕДАФОТОПАХ	40
СЕКЦІЙНІ ДОПОВІДІ	43

Сесія 1.

ПРИРОДООХОРОННІ ТА МЕЛІОРАТИВНІ ЗАХОДИ У ВІДНОВЛЕННІ АГРОЕКОСИСТЕМ	
43	
Т.Ю. Кузін, М.О. Гуслиста, Р.О. Новицький. ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ НА МАГІСТРАЛЬНОМУ КАНАЛІ «ДНІПРО-ДОНБАС».	43
В.В. Церуш, Н.М. Максимона. ВПЛИВ ДОБУТКУ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ПРИКЛАДІ АТ «МАРГАНЕЦЬКОГО ГЗК».	44
І.О. Шевченко, Н.М. Максимона. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД РІЧКИ ІНГУЛЕЦЬ.	46
Л.В. Доценко, О.В. Мирошниченко. ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄМІВ УТВОРЕНИХ СІЧНИХ ВОД ВІД ДП ВО ПМЗ ІМ. О.М. МАКАРОВА.	47
Т.К. Махрова. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФОСФОГІПСУ У ЯКОСТІ ХІМІЧНОГО МЕЛІОРАНТУ.	49
Т.В. Апаньєва. ЯКІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ З ДЖЕРЕЛ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ КРИВОРІЗЬЯ.	51
І.В. Кім, Т.В. Апаньєва. ПЕРЕВАГИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЗОНУВАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СІЧНИХ ВОД.	52
О.В. Орліньська, Н.М. Максимона, А.С. Льовкіна. ОЦІНКА РИЗИКУ РОЗВИТКУ ПІДГОПЛЕННЯ С. СТЕПОВЕ.	54

Сесія 2.

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПРИРОДНИЧОГО АГРОВИРОБНИЦТВА НА ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ		57
К.С. Харченко. УРБАНІЗОВАНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ ПРОСТІР І ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКИ. 57		
О.Є. Іванченко, В.П. Бессонова. ВИДОВЕ РІЗНОМАНІТТЯ ДЕНДРОФЛОРИ ПАРКУ ЗЕЛЕНИЙ ГАЙ М. ДНІПРО. 59		
Т.В. Алашська, І.В. Кім. КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ: МОЛОДІЖНИЙ РУХ І ПЕРСПЕКТИВИ. 61		
В.М. Ловинська, М.М. Цоро. ОЦІНКА ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ХВОІ PINUS PALLASIANAL НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЛЯХ. 62		
Л.В. Доценко, Н.В. Митрошинченко. ВПЛИВ ВИКИДІВ ДП ВО ПМЗ ІМ. О.М. МАКАРОВА НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ М. ДНІПРО. 64		
І.В. Чушкіна, Н.М. Максимова, І.В. Кибальна, К.К. Коломойцева, К.А. Гервольська, А.Ю. Бордальова. НА СКІЛЬКИ ПРИДАТНА ВОДА, КОТРУ МИ СПОЖИВАЄМО? 65		
В.І. Чорна, Ю.І. Грещак, Н.В. Ворошилова, Л.В. Доценко, Є.Ю. Мошегова. ОСОБЛИВОСТІ ЛІСОВОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ НА ДНІПРОПЕТРОВЩИНІ. 68		
А.В. Павличенко, Т.В. Лампіка. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ПІРНИЧОДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ. 69		
М.А. Мариньць, В.В. Кацевич, Ю.І. Грещак. ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ЗЕЛЕНОГО ТУРИЗМУ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ 70		
Секція 3.		
АГРОБІОРІЗНОМАНІТТЯ: СКЛАДОВІ, СУЧАСНИЙ СТАН, ЧИННИКИ РИЗИКУ 72		
Т.Yu. Lykholat, O.M. Marenkov, O.A. Lykholat. INFLUENCE OF EXOESTROGEN ON FUNCTIONAL PROCESSES IN ANIMAL EXTRACTION SYSTEM. 72		
Е.О. Євтушенко, І.О. Козарова, А.С. Борщова. ТЕРИТОРІАЛЬНІ АСПЕКТИ ЗМІН ТАКСОНОМІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ АГРОФІТОЦЕНОЗІВ КРИВЕАСУ. 74		
О.О. Родіна-Степченко, Т.С. Шарамок, Ю.В. Сахненко. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В РИБНИХ ПРОДУКТАХ. 76		
Ю.В. Лихолат, Н.О. Хромих, В.Р. Давидов, О.О. Дідур. МЕТАБОЛІЧНА ВІДПОВІДЬ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ CHAENOMELES LINDL. НА УМОВИ ЗРОСТАННЯ. 77		
Секція 4.		
ГРУНТИ, ЯК ІМПЕРАТИВНИЙ ФАКТОР ЗБЕРЕЖЕННЯ АГРОБІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА АГРОПРОМІСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА 78		
В.І. Чорна, Н.В. Ворошилова, Л.В. Доценко, Д.С. Шипілова. РОЛЬ РУХОМОГО ЗАЛІЗА У ПРОЦЕСАХ ГРУНТОГЕНЕЗУ. 77		
І.Б. Зеленко. ФОРМУВАННЯ МІКРОБНИХ УГРУПУВАНЬ НА РЕКУЛЬТИВОВАНИХ ЗЕМЛЯХ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРОЦЕСИ ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬ. 80		
В.В. Кацевич. ЕКОЛОГО-МІКРОМОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ПЕДОЗЕМІВ НАУКОВО- ДОСЛІДНОГО СТАЦІОНАРУ ДНІПРОВСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО АГРАРНО- ЕКОНОМІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ 82		

УДК 574/504. 606:628

ПЕРЕВАГИ ТЕХНОЛОГІЇ ОЗОНУВАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД

І. В. Кім, здобувач вищої освіти 2-го магістерського рівня;

Т. В. Ананьєва, к.б.н., доцент кафедри екології;

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, кафедра екології
м. Дніпро, вул. Сергія Єфремова, 25*

Озон знаходить своє застосування для очищення води від природних і антропогенних забруднень. Під його впливом знижується вміст гумінових речовин, які обумовлюють кольоровість води; видаляються присмаки і запахи, специфічні органічні забруднення (нафтопродукти, аміни, феноли, пестициди та ін.) та неорганічні сполуки марганцю, сірководню; здійснюється очистка стічних вод від заліза; шкварачення води. Сучасне очищення зливових, виробничих і господарсько-побутових стічних вод за допомогою озонування здійснюється на початковій і завершальній стадіях очищення. Попереднє озонування стічних вод з дозою озону від 2 до 5 мг/л здійснюють для підвищення ефективності та якості флоатційного очищення, підвищення ефективності очищення біологічної стоки. Як правило, значні дози озону, які складають більше 5 мг/л, в системах попереднього озонування не використовують, що пов'язано з утворенням великої кількості токсичного формальдегіду (ГДК 0,05 мг/л) в процесі окислення трудноокислюваних органічних сполук. Попередньо очищену стічну воду озонують для дезінфекції перед її скиданням у водойму або ж каналізацію, очищення від ПАВ і нафтопродуктів, видалення фенолів, очищення від формальдегіду. Озонування можна застосовувати на різних етапах обробки як виробничих, так і побутових стічних вод, з огляду на переваги озону як швидкодіючого і потужного окислювача, ефективного дезінфектанта і постачальника кисню, його універсальність впливу на забруднення. Озон може застосовуватися для знебарвлення водних стоки, видалення колоїдів і заважених речовин, окислення токсичних іонів, складних органічно-мінеральних комплексів, органічних забруднень в мікрокількості а також може використовуватися як засіб для застосування дезінфекції. В процесі дослідження досліджувалися 2 варіанти обробки: 1) з попередньої фільтрацією + озонуванням; 2) з прямим озонуванням. Поряд з цим проводилися експерименти з хлоруванням. Тривалість контакту з озоном, при якій досягався рівень показників, які відповідають санітарним нормам, складала 9 хвилин. Саме при цій тривалості, а також при дозі озону 6,5–10,8 мг/л у середньому число коли-форм стало менше в $1,9 \cdot 10^4$ раз. Щоб досягти аналогічних показників для санітарної очистки стічних вод за допомогою хлорування при тривалості контакту 13 хвилин, було необхідно від 10 до 25 мг/л хлору, майже в 2 рази більше, ніж озону. Показник зниження кольоровості води при озонуванні в середньому склав 69 %, а при використанні хлору – 19 %. Кольоровість зменшувалася на 75 % при комбінованому застосуванні фільтрації і озонування, і на 15% під час фільтрації і хлорування. При озонуванні відбувалося зниження ХПК в середньому на 20 %, а також БСК5 на 35 %. Ефективність очищення в середньому по БСК5 та ХПК при попередньому очищенні стічних вод з фільтрацією збільшувалася відповідно на 2 % і 9 %. У той час як хлорування призводило систематично до підвищення БСК5 і ХПК на 20–28 %. Якщо порівнювати ці два дезінфектанта, то видно, що озон більш кращий для шкварачення і очищення стічних вод. Залежно від якісного і кількісного складу забруднення водного джерела можливі різні варіанти застосування озону в технологічній схемі очищення води:

- одноступінчасте озонування – використання озону на стадії попереднього окислення води або після коагуляції та очищення перед піщаними або вугільними фільтрами.
- двоступеневе озонування – попереднє озонування і після коагуляційної обробки води.
- треступеневе озонування – попереднє озонування, після коагуляційної обробки і після повного очищення води.

Первинне озонування проводиться з метою окислення легкоокислюваних органічних і неорганічних забруднень, поліпшення процесу коагулювання, а також для часткового шкварачення води. В цьому випадку вихідна вода обробляється невеликими дозами озону.

Вторинне озонування води дозволяє здійснити подальше більш глибоке окислення залишків забруднень і, крім того, підвищує ефективність сорбційного очищення і подовжує термін служби активного вугілля до регенерації, в даному випадку озон вводиться перед піщаними або вугільними фільтрами. Заключає озонування очищеної води забезпечує повне знезараження і покращує органолептичні показники води. За кількістю місць введення озону встановлюються контактні камери, в яких відбувається змішування озоноповітряної суміші з водою.

УДК 502/504+304/37.06

КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ: МОЛОДІЖНИЙ РУХ І ПЕРСПЕКТИВИ

І. В. Кім, здобувач вищої освіти 2-го магістерського рівня;

Т. В. Апаньєва, к.б.н., доцент

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, кафедра екології,
м. Дніпро, вул. Сергія Сєфренова, 25*

Все більша кількість підприємств, організацій, практиків і просто допитливих людей в Україні цікавляться питаннями корпоративної соціальної відповідальності (КСВ), корпоративної громадянської позицією, стійким розвитком, відповідальним бізнесом і ін. КСВ – це відповідальне ставлення будь-якої компанії до власного продукту, працівників, споживачів та партнерів. Передбачає гармонійне співіснування, активну участь у вирішенні гострих соціальних проблем та взаємодії із суспільством

Мета даної роботи – показати можливості взаємодії між студентською молоддю, що вивчає екологію, та комерційними і громадськими організаціями, надати інструменти для реалізації професійних навичок за допомогою залучення суспільства в рішення існуючих екологічних і соціальних завдань.

В результаті наших досліджень в Україні виявлено три пріоритетних напрямки в галузі корпоративної соціальної відповідальності:

1. Освітні проекти.
2. Поліпшення умов праці та розвиток персоналу.

3. Екологічні ініціативи, благодійність (участь у різноманітних проєктах по прибиранню парків, очищення прибережних зон тощо).

Існує ряд критеріїв участі підприємств у програмах з КСВ, або так званій «Нефінансовий звіт компанії», де на чільне місце вже ставляться такі показники, як репутація, підвищення довіри:

- вирішення гострих соціальних проблем;
- вихід на міжнародний ринок та підвищення конкурентоспроможності;
- привабливість акцій на міжнародних фондових біржах;
- краща впізнаваність бренду та позитивна ділова репутація;
- лояльність споживачів та збільшення продажів;
- залучення та утримання талановитого персоналу.

Дані критерії також входять у графі з інвестицій, оскільки інвестори готові зменшувати відсотки за наявності реалізованих соціальних програм і проєктів. За даними 2019 року близько 78 % компаній у світі готують нефінансові звіти, 40 % міжнародних компаній включають нефінансові показники в загальні щорічні звіти, 91,4 % опитуваних купували б у компанії з відмінною програмою КСВ 84,3 % респондентів давали б перевагу компаніям з відмінними програмами КСВ.

КСВ не стосується продуктів і послуг, але має прямий вплив на бажання широкої громадськості купувати, інвестувати та працювати для даної компанії – все, що безпосередньо впливає на корпоративну репутацію.

Виходячи з цих даних і аналізу, проведеного на базі нашої громадської організації «Міжнародна Екологічна Безпека», були розроблені механізми та інструменти залучення студентів-екологів для просування КСВ в рамках територіальної одиниці (місто, область). На старті формується ініціативна група з числа 3-5 осіб активної молоді, готових сформулювати «продукт» у вигляді навчальних матеріалів по природоохоронній діяльності регіону, практичних дій по сортуванню сміття, основним екологічним ситуаціям в їхніх містах або селах і т. д., тобто підготувати контент для стартової власодії і зацікавленості з підприємством, готовим реалізувати у себе КСВ. Ключовим моментом в даній реалізації є розширення рівня інформації у студентів з різних тем екології, отримання нових навичок на етапі академічної освіти, або ж отримання на базі теоретичних знань практичних навичок, таких як:

- комунікаційні навички під час проведення переговорів з представниками підприємства;
- аналіз попиту і пропозиції екологічних послуг на ринку;
- дослідження професійної ніші зі слушною перспективою працевлаштування;
- розширення компетенції як фахівця в галузі екології (менеджер КСВ);
- досвід та навички реалізації заходів, проектів.

У чому ж полягає фінансова «мотивація» студентів при залученні і реалізації КСВ на базі наявних знань? Як зазначалося вище, все більше підприємств на сьогоднішній день готові реалізувати з різними студентськими групами або громадськими організаціями на власній базі, в підшефних школах, дитячих дошкільних закладах і також у своїх колективах різноманітні «цікаві» екологічні проекти у вигляді посадки дерев, очищення прибережних зон, проведення екологічних марафонів і екологічних екскурсій. Таким чином, багато підприємств мають можливість створити бюджет для реалізації цих заходів.

Підводячи підсумок, слід сказати, що корпоративна соціальна відповідальність – це не просто відповідальність компанії перед людьми, організаціями, з якими вона стикається в процесі діяльності, перед суспільством в цілому, не просто набір принципів, відповідно до яких компанія вибудовує свій бізнес-процес, а філософія організації підприємницької та громадської діяльності, якої дотримуються компанії, що піклуються про свій розвиток, забезпечення гідного рівня життя людей, про розвиток суспільства в цілому і збереження навколишнього середовища для наступних поколінь.

Динамика основних гідрохімічних та гідрофізичних показників якості води за сезонами року

Таблиця 1 - Загальні характеристики води за головними йонами (зима)

Показники Якості води Об'єкт вивчення (ЗИМА)	рН	Кольоровість град.	Мутність мг/дм ³	Ca ²⁺ , мг/дм ³	Mg ²⁺ , мг/дм ³	Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	Сухий залиш., мг/дм ³	Загал.жорсткість мг-екв/дм ³	Лужність мг- екв/дм ³
Водосховище	8,08	79,6	2,13	130,0	85,05	187,25	1291,36	13,58	0,0048
Відстійники	7,56	68,4	0,9	112,0	68,04	89,25	910,62	11,27	0,0031
РЧВ	7,42	30,0	0,6	43,0	33,4	68,25	480,18	3,27	0,0026
Норми за ГОСТом	6,5- 8,5	35,0	3,0	100,0	50,0	200,0	1000,0	7,0	0,0044

Таблиця 2 - Загальні характеристики води за головними йонами (весна)

Показники якості води Об'єкт вивчення (ВЕСНА)	pH	Кольоровість,град.	Мутність, мг/дм ³	Ca ²⁺ , мг/дм ³	Mg ²⁺ , мг/дм ³	Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	Сухий залиш., мг/дм ³	Загал. жорсткість, мг-екв/дм ³	Лужність, мг- екв/дм ³
Водосховище	8,2	62,0	4,85	154,0	75,7	238,25	1474,11	14,01	0,0057
Відстійники	8,07	55,3	2,5	92,0	70,5	182,75	866,0	10,48	0,0044
РЧВ	7,36	10,3	1,25	57,0	23,1	125,51	631,98	4,78	0,0032
Норми за ГОСТом	6,5- 8,5	35,0	3,0	100,0	50,0	200,0	1000,0	7,0	0,0044

Таблиця 3 - Загальні характеристики води за головними йонами (літо)

Показники якості Об'єкт вивчення (ЛІТО)	рН	Кольоровість,град	Мутність,мг/дм	Ca ²⁺ , мг/дм ³	Mg ²⁺ , мг/дм ³	Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	Сухий залиш., мг/дм	Загал. жорсткість, мг-екв/дм ³	Лужність мг- екв/дм ³
Водосховище	7,97	47,8	2,4	156,0	116,6	220,5	1631,2	17,52	0,0051
Відстійники	7,92	35,3	1,2	146,0	111,8	153,25	1393,81	16,62	0,0051
РЧВ	7,66	26,0	0,63	78,0	64,48	142,75	935,4	9,27	0,0039
Норми ГОСТом	6,5- 8,5	35,0	3,0	100,0	50,0	200,0	1000,0	7,0	0,0044

Таблиця 4 - Загальні характеристики води за головними йонами (осінь)

Показники якості води Об'єкт вивчення (ОСІНЬ)	pH	Кольоровість,град	Мутність,мг/дм ³	Ca ²⁺ г/дм ³	Mg ²⁺ , мг/дм ³	Na ⁺ +K ⁺ , мг/дм ³	Сухий залиш., мг/дм ³	Загал. жорсткість мг-екв/дм ³	Лужність мг- екв/дм ³
Водосховище	8,14	62,8	2,13	166,0	102,1	210,0	1553,1	16,81	0,0061
Відстійники	8,09	47,8	0,9	144,0	97,2	95,5	1124,45	15,30	0,0053
РЧВ	7,47	55,0	0,6	51,0	17,6	56,0	389,9	4,02	0,0029
Норми за ГОСТом	6,5-8,5	35,0	3,0	100,0	50,0	200,0	1000,0	7,0	0,0044

Таблиця 5- Характеристики якості води за біогенними елементами (зима)

Показники Якості Об'єкт води вивчення (ЗИМА)	Азот амонійний, мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Залізо загал, мг/дм ³	Cl ⁻ , мг/дм ³	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	NH ₃ ⁺ , мг/дм ³
Водосховище	0,56	1,33	0,92	0,1	357,0	528,78	0,22
Відстійники	0,1	1,1	0,5	0,06	204,0	435,3	0,17
РЧВ	0,1	0,82	0,41	0,02	93,0	241,0	0,1
Норми за ГОСТом	0,5	3,3	45,0	0,3	350,0	500,0	0,5

Таблиця 6 - Характеристики якості води за біогенними елементами (весна)

Показники якості Об'єкт води вивчення (ВЕСНА)	Азот амонійний, мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Залізо загальне, мг/дм ³	Сі, мг/дм ³	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	NH ₃ ⁺ , мг/дм ³
Водосховище	0,8	5,5	0,5	0,15	365,0	633,7	0,34
Відстійники	0,27	3,2	0,05	0,13	233,0	537,0	0,34
РЧВ	0,2	1,77	0,04	0,03	146,0	278,0	0,24
Норми за ГОСТом	0,5	3,3	45,0	0,3	350,0	500,0	0,5

Таблиця 7- Характеристики якості води за біогенними елементами (літо)

Показники Якості Об'єктв води вивчення (ЛІТО)	Азот амонійний, мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Залізо загал, мг/дм ³	Cl ⁻ , мг/дм ³	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	NH ₃ ⁺ , мг/дм ³
Водосховище	0,87	2,55	1,45	0,49	376,0	756,34	0,23
Відстійники	0,84	2,05	1,0	0,28	324,0	654,3	0,13
РЧВ	0,4	0,92	0,5	0,12	203,0	445,0	0,1
Норми за ГОСТом	0,5	3,3	45,0	0,3	350,0	500,0	0,5

Таблиця 8- Характеристики якості води за біогенними елементами (осінь)

Показники Якості Об'єкт води вивчення (ОСІНЬ)	Азот амонійний, мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	Залізо загал, мг/дм ³	СГ, мг/дм ³	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	NH ₃ ⁺ , мг/дм ³
Водосховище	0,88	2,1	4,7	0,21	400,0	666,6	0,32
Відстійники	0,79	0,79	2,8	0,16	383,0	399,78	0,27
РЧВ	0,14	0,03	1,8	0,05	105,0	158,0	0,18
Норми за ГОСТом	0,5	3,3	45,0	0,3	350,0	500,0	0,5

Таблиця 9 - Характеристики якості води за органічними показниками (зима)

Показники Якості Об'єкт води вивчення (ЗИМА)	Окислюваність перманганатом, мгО ₂ /дм ³	ХСК, мгО ₂ /дм ³	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Розчинений кисень, мг/дм ³
Водосховище	8,56	25,68	3,52	9,60
Відстійники	6,32	18,96	3,20	7,60
РЧВ	5,30	10,8	0,50	4,39
Норми за ГОСТом	4,0	15,0	3,0	більше 4

Таблиця 10 - Характеристики якості води за органічними показниками (весна)

Показники Якості Об'єкт води вивчення (ВЕСНА)	Окислюваність перманганатом, мгО ₂ /дм ³	ХСК, мгО ₂ /дм ³	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Розчинений кисень, мг/дм ³
Водосховище	7,21	24,0	4,80	10,40
Відстійники	6,64	19,90	4,64	6,56
РЧВ	5,20	17,30	1,20	5,93
Норми за ГОСТом	4,0	15	3,0	більше 4

Таблиця 11 - Характеристики якості води за органічними показниками (літо)

Показники Якості Об'єкт води вивчення (ЛІТО)	Окислюваність перманганатом, мгО ₂ /дм ³	ХСК, мгО ₂ /дм ³	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Розчинений кисень, мг/дм ³
Водосховище	11,80	63,0	5,12	14,80
Відстійники	10,60	50,0	4,50	9,30
РЧВ	8,10	24,0	2,10	6,32
Норми за ГОСТом	4,0	15	3,0	більше 4

Таблиця 12 - Характеристики якості води за органічними показниками (осінь)

Показники Якості Об'єкт води вивчення (ОСІНЬ)	Окислюваність перманганатом, мгО ₂ /дм ³	ХСК, мгО ₂ /дм ³	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Розчинений кисень, мг/дм ³
Водосховище	7,50	36,0	5,60	12,40
Відстійники	6,80	20,40	2,80	11,60
РЧВ	5,30	16,0	2,60	9,52
Норми за ГОСТом	4,0	15,0	3,0	більше 4

