

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Володимира Даля

Факультет інженерії  
(повне найменування факультету)

Кафедра хімічної інженерії та екології  
(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної магістерської роботи

освітнього ступеня магістр  
(бакалавр, магістр)

спеціальності 101 – Екологія  
(шифр і назва спеціальності)

на тему: Вибір та обґрунтування технології знезараження та доочистки господарсько-побутових стічних вод потужністю 15000 м<sup>3</sup>/добу

Виконав: здобувач вищої освіти групи ПЕО-19зм

Каритний Ю.А. \_\_\_\_\_ (підпис)  
(прізвище, та ініціали)

Керівник Блінова Н.К. \_\_\_\_\_ (підпис)  
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедрою Суворін О.В. \_\_\_\_\_ (підпис)  
(прізвище та ініціали)

Рецензент Лисиця В.Є. \_\_\_\_\_ (підпис)  
(прізвище та ініціали)

Севєродонецьк - 2021 р.

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Володимира Даля**

Факультет \_\_\_\_\_ інженерії \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ хімічної інженерії та екології \_\_\_\_\_  
Освітній ступінь \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_  
(бакалавр, магістр)  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 101 – Екологія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

\_\_\_\_\_ Каритного Юрія Анатолійовича \_\_\_\_\_

**1. Тема роботи:**

Вибір та обґрунтування технології знезараження та доочистки господарсько-побутових стічних вод потужністю 15000 м<sup>3</sup>/добу

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Блінова Наталія Костянтинівна, к.б.н., доц. \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 19.11.2020 р. № 163/15.25

**2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи - 15 січня 2021 р.**

**3. Вихідні дані до роботи:** літературні, патентні та регламентні дані.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):**

Вступ. 1. Нормування якості водного середовища. 2. Антропогенний вплив на гідросферу. 3. Аналітичний огляд. 4. Порівняльна характеристика методів знезараження. 5. Доочистка та знезараження стічних вод у цеху НОПС на ПРАТ «СО АЗОТ». 6. Методи та методики аналітичного контролю. 7. Обґрунтування вибору технології знезараження. 8. Розрахунок відверненого еколого-економічного збитку. 9. Охорона праці. Анотація. Література.

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

1. Методи знезараження вод (1 лист).
2. Принципова технологічна схема очистки стічних вод (1 лист).
3. Технологічна схема доочистки стічних вод (1 лист).
4. Контактний резервуар (1 лист).
5. Порівняння методів знезараження (1 лист).
6. Установка УФВ (1 лист).

**6. Дата видачі завдання – 20 листопада 2020 року.**

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор №	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	23.11.2020	
2	Нормування якості водного середовища. Антропогенний вплив на гідросферу.	25.11.2020	
3	Аналітичний огляд	27.11.2020	
4	Порівняльна характеристика методів знезараження.	30.11.2020	
5	Доочистка та знезараження стічних вод у цеху НОПС на ПРАТ «СО АЗОТ». Методи та методики аналітичного контролю.	02.12.2020	
6	Обґрунтування вибору технології знезараження.	05.12.2020	
7	Охорона праці	20.12.2020	
8	Еколого-економічні розрахунки	10.01.2021	
9	Висновки	14.01.2021	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_ Каритний Ю.А.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ Блінова Н.К.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка					
								<u>Текстові документи</u>				
								A4		1	MP 00.01.ПЗ	Пояснювальна записка магістерської роботи
Справ. №					<u>Графічні документи</u>							
	A4		2	MP 02.02.ТБ	Методи знезараження вод	1						
	A4		3	MP 02.03.СХ	Принципова технологічна схема очистки стічних вод	1						
	A4		4	MP 02.04.СХ	Технологічна схема доочистки стічних вод	1						
	A4		5	MP 02.05.СХ	Контактний резервуар	1						
	A4		6	MP 02.06.ТБ	Порівняння методів знезараження	1						
	A4		7	MP 02.07.СХ	Установка УФВ	1						

Взам. инв. №																																			
								Инв. № дубл.																											
															Подп. и дата																				

Инв. № подл.	Розробив		Каритний Ю.А		<b>MP 00.01.ПЗ</b>	Лім.	Арк	Аркуші		
	Перевірів		Блінова Н.К.						<i>Відомість магістерської роботи</i>	
	Затвердив.		Суворін О.В.							

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «Вибір та обґрунтування технології знезараження та доочистки господарсько-побутових стічних вод потужністю 15000 м<sup>3</sup>/добу» складається з пояснювальної записки, що містить 106 сторінок, 11 таблиць, 6 малюнків, використано 36 найменувань літературних джерел. Графічна частина – 6 листів.

### ДООЧИСТКА, МІКРООРГАНІЗМИ, ЗНЕЗАРАЖЕННЯ, БІОЛОГІЧНИЙ СТАВОК, ХЛОРУВАННЯ, УЛЬТРАФІОЛЕТ, УФ-УСТАНОВКА

На основі аналізу літературних джерел проведена порівняльна характеристика методів знезараження. Найбільш екологічно чистий, надійний, високоефективний, простий в експлуатації признаний метод УФВ. Як модельна ситуація розглянута технологія доочистки та знезараження стічних вод на спорудах БХО ПрАТ «Северодонецьке об'єднання АЗОТ». Обґрунтовано використання для знезараження самопливної лоткової УФ установки з амальгамними лампами низького тиску «Водограй» ООО «Харківська інженерна компанія». Рекомендується доза УФ опромінення 40 мДж/см<sup>2</sup>. Відвернений еколого-економічний збиток при впровадженні природоохоронного заходу складає 641622 грн/рік.

					<i>РМ 00.01.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Каритний Ю.А</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>			<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм</i>			

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	
1.1 Класифікація водних об'єктів за видами водокористування.....	
1.2 Санітарні умови випуску стічних вод у водойми.....	
2. АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ГІДРОСФЕРУ.....	
2.1 Класифікація забруднень стічних вод.....	
2.2 Характеристика стічних вод.....	
3. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД.....	
3.1 Загальна характеристика методів очищення стічних вод....	
3.2 Методи та споруди для доочищення стічних вод.....	
3.3 Доочищення фільтруванням .....	
3.4 Знезараження стічних вод.....	
4. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	
5. ДООЧИСТКА ТА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД У ЦЕХУ НОПС НА ПРАТ «СЕВЕРОДОНЕЦЬКЕ ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ»	
5.1 Вимоги будівельних норм до споруд доочистки.....	
5.2 Загальна характеристика виробництва.....	
5.3 Характеристика вихідної сировини, продукції, що випускається.....	
5.4 Опис технологічної схеми.....	
5.5 Розрахунок матеріального балансу.....	
6. МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ АНАЛІТИЧНОГО КОНТРОЛЮ	

						<i>PM 00.01.ПЗ</i>				
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Зміст</i>			<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Каритний</i>									
<i>Перевір.</i>	<i>Блінова Н.К.</i>				<i>СНУ ім В.Даля, каф ХІЕ, ПЕО-19зм</i>					
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Затверд.</i>	<i>Суворін О.В.</i>									

6.1 Показники якості водного середовища.....	
6.2 Методики санітарно-мікробіологічного контролю води...	
7. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ.....	
7.1 Впровадження методу УФ випромінювання для зnezараження стічних вод.....	
7.2 Вибір необхідного обладнання.....	
8. РОЗРАХУНОК ВІДВЕРНЕНОГО ЕКОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗБИТКУ.....	
9. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
9.1 Загальні вимоги з питань охорони праці на виробництві....	
9.2 Охорона праці при роботі з бактерицидними Випромінювачами.....	
ВИСНОВКИ.....	
ЛІТЕРАТУРА.....	
АНОТАЦІЯ.....	
ДОДАТКИ.....	

## ВСТУП

Стан поверхневих водойм багато в чому визначається скидами забруднень з недостатньо очищеними стічними водами. Евтрофікація, обумовлена надходженням біогенних елементів (азот, фосфор), забруднення токсичними відходами (наприклад, важкі метали), біологічне забруднення (хворотворні бактерії, віруси) скорочують кількість чистої прісної води на планеті, несе загрозу здоров'ю людей, гідробіонтів, завдає непоправної шкоди навколишньому природному середовищу [1]. Проте, скидання забруднень зі стічними водами відбувається повсюдно через відсутність прийнятних технологічних і конструктивних рішень щодо очищення промислових і господарських стоків.

Проблема якісної очистки побутових та промислових стічних вод є найважливішою проблемою захисту природних водойм від забруднення. Існує багато методів очистки стічних вод, які дозволяють достатньо ефективно вилучати значну кількість основних видів забруднень. Але досягнення існуючих, все більш посилених норм якості стає практично неможливо.

Покладати великі надії на процеси самоочищення водойм вже не можна. Практично всюди вичерпані механізми розбавлення і самоочищення водойм [2]. Тому значно підвищилися вимоги до показників якості очищених стічних вод. В першу чергу ці вимоги відносяться до завислих речовин, залишкових кількостей біогенних елементів, забруднень по показнику БСК, ХСК. Ці проблеми можуть вирішити технології глибокого доочищення та знезараження стічних вод. В результаті доочищення стічних вод суттєво зменшується шкідливий вплив забруднень, що скидаються з недостатньо якісно очищеними стоками у водойми. Доочищені стічні води можна використовувати в технологічних процесах на підприємствах, в результаті чого зменшується кількість стічних вод, що скидаються у водойми, та кількість свіжої води, що

					<i>PM 00.01.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Вступ</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Каритний Ю.А</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>						
						<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм</i>		



забирається на виробничі потреби.

Тому, необхідність впровадження більш ефективних методів очистки, доочистки та знезараження стічних вод є дуже актуальною. Перспективними напрямками вдосконалення методів доочистки - глибокого доочищення стоків в аеруємих біологічних ставках, фільтрування на каркасно-засипних фільтрах. Серед методів знезараження слід відмітити високоефективний, надійний екологічно чистий метод – метод ультрафіолетового знезараження.

Метою даної магістерської роботи є обґрунтування вибору сучасного методу знезараження та глибокої доочистки стічних вод на прикладі роботи цеху нейтралізації та очистки промислових стоків на ПрАТ «СЄВЄРОДОНЕЦЬКЕ ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ» потужністю 15000м<sup>3</sup>/добу.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1.НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

## 1.1 Класифікація водних об'єктів за видами водокористування

Принцип нормування якості водного середовища заснований на розподілі водойм за видами водокористування. За «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» водойми поділяються на два типи: водойми питного та культурно–побутового призначення, водойми рибогосподарського призначення [3].

Кожний з цих типів ще поділяється на два види і для кожного з них встановлена гранична межа забруднення за певними показниками [4].

До першої категорії належать види водокористування, які потребують підвищення вимог до якості води водоймищ і вживаються для питного водопостачання або для зберігання та відтворення цінних порід риб.

До другої категорії належать види водокористування, які мають культурно–побутове призначення або використовуються для різноманітних рибогосподарських цілей.

Ступінь чистоти води в природних водних об'єктах регламентується нормами якості води, які являють собою сукупність встановлених допустимих значень показників складу і властивостей води водних об'єктів, в межах яких надійно запобігається шкода здоров'ю населення, забезпечуються нормальні умови водокористування та екологічне благополуччя водного об'єкта.

Речовини, що спричиняють порушення норм якості води, називаються забруднюючими.

Під якістю води в цілому розуміють характеристику її складу і властивостей, яка визначає придатність води для конкретних видів водокористування, при цьому показниками якості є ознаки, за якими здійснюється її оцінка.

За санітарною ознакою встановлюються мікробіологічні показники якості

					<i>PM 00 01.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Нормування якості водного середовища</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Каритний Ю.А</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>			<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм</i>			

води: число мікроорганізмів та число бактерій групи кишкової палички в одиниці об'єму води.

Токсикологічні показники якості води, що характеризують нешкідливість її хімічного складу, визначаються вмістом хімічних речовин, який не повинен перевищувати встановлених норм.

Нарешті, при визначенні якості води враховують також її органолептичні властивості (що сприймаються органами чуття): температуру, прозорість, колір, запах, смак, жорсткість.

## 1.2. Санітарні умови випуску стічних вод у водойми

Умови випуску стічних вод у водойми регламентуються Правилами охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами [5,6].

Забороняється випуск у водойми стічних вод, які можуть бути використані в системах зворотного водопостачання або сільському господарстві для зрошення при дотриманні необхідних санітарних вимог, а також, утворення яких в результаті раціоналізації технології виробництва може бути припинено. Якщо ж це неможливо за тих чи інших причин, допускається випуск стічних вод у водойми при дотриманні умов, що викладені в Правилах.

Відповідно до нормативного документа (Правила охорони поверхневих вод від забруднень стічними водами) [6] у водні об'єкти забороняється скидати стічні води:

- які можуть бути усунуті шляхом удосконалення технології, максимального використання в системах оборотного водопостачання або шляхом створення безстічних виробництв;
- які містять цінні відходи або речовини, що можуть бути утилізовані;
- які містять речовини, для яких не встановлені гранично припустимі концентрації (ГДК);
- які містять кубові залишки й технологічні відходи.

За ГДК приймають ту максимальну концентрацію речовини, при якій не порушуються (не погіршуються) процеси мінералізації органічних речовин, органолептичні властивості води й організмів (риб, раків, молюсків) і не

					Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

допускаються токсичні властивості речовин, які можуть викликати порушення життєдіяльності (виживаність, розростання, розмноження, плодовитість, якість потомства) основних груп водних організмів (рослин, безхребетних тварин, риб), що відіграють важливу роль у формуванні якості води, створенні й трансформації органічної речовини.

Місця на водних об'єктах, де мають дотримуватися встановлені норми якості води, називають контрольними створами (на водотоках) або пунктами (на водоймах).

Віднесення водоймища до того чи іншого виду водокористування виконується органами Державного санітарного нагляду з урахуванням перспектив використання водоймищ.

Нагляд за виконанням умов скидання очищених стічних вод у водоймища здійснюють санітарно–епідеміологічні станції та басейнові інспекції.

Склад і властивості води водних об'єктів, що використовуються для господарсько–питних і культурно–побутових цілей, повинні відповідати нормативам якості води у створі, що розташований на відстані одного кілометра вище найближчого за течією пункту водокористування, а на непроточних водоймах і водосховищах – на відстані одного кілометра в обидва боки від вказаного пункту.

Для водойм, що використовують у рибогосподарських цілях склад і властивості води повинні відповідати вимогам Правил на відстані 500 м вниз за течією річки від місця випуску стічних вод. При наявності декількох випусків стічних вод у водойму та надходженні речовин з однаковими лімітуючими показниками шкідливості, включно з домішками, що надходять від вище розташованих випусків, сума відношень концентрацій речовин у одному об'єкті із відповідним ГДК не повинна перевищувати одиниці.

Нормативні показники складаються із загальних показників і показників для шкідливих й отруйних речовин.

До загальних показників належать: завислі речовини, домішки, що плавають, присмак, забарвлення, температура, рН, мінеральний склад,

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

розчинений кисень, біологічна потреба в кисні (БПК), збудники захворювань. Шкідливі речовини теж входять у загальні показники, але оскільки вони дуже різноманітні, то для кожної з таких речовин установлені ГДК.

ГДК встановлюється за тією ж ознакою шкідливого впливу (вплив на здоров'я людини, на органолептичні властивості води або на загальносанітарний стан водойми), що характеризується найменшою граничною або підпороговою концентрацією [2,3].

Тобто шкідливі речовини нормуються за принципом лімітуючого показника шкідливості (ЛПШ).

Під ЛПШ розуміється найбільш імовірний несприятливий вплив найменших концентрацій шкідливої речовини.

За ЛПШ всі шкідливі речовини для водойм першої категорії розділені на три групи:

- речовини, що мають санітарно–токсикологічний ЛПШ;
- речовини, що мають загальносанітарний ЛПШ;
- речовини, що мають органолептичний ЛПШ.

Для рибогосподарських водойм забруднюючі речовини, крім перерахованих ЛПШ, можуть мати додатково рибогосподарський і токсикологічний.

Кожний з цих типів ще поділяється на два види і для кожного з них встановлена гранична межа забруднення за певними показниками.

### 1.3 Норматив гранично допустимого скиду

Умови скидання поверхневих вод у водойми регламентуються показником ГДС [3,7]. Гранично допустимий скид (ГДС) речовини – показник максимально допустимої в одиницю часу кількості (маси) речовини, що відводиться із зворотними водами у поверхневі та морські води, який з урахуванням встановлених обмежень на скид цієї речовини від інших джерел забруднення гарантує дотримання норм її вмісту в заданих контрольних створах (пунктах) водного об'єкта. Таким чином, величини ГДС речовин визначаються і встановлюються, як правило, для кожного із сукупності

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

випусків зворотних вод, пов'язаних єдністю водного об'єкта (тобто за басейновим принципом), з урахуванням оптимального розподілу його асимілюючої спроможності [1, 2].

ГДС – це маса речовини у стічних водах, максимально допустима до відведення із встановленим режимом у даному пункті водного об'єкту за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольному пункті. ГДС устанавлюється з врахуванням ГДК шкідливих речовин в місцях водокористування, асимілюючій здатності водного об'єкту та оптимального розподілу маси речовин, що скидаються, між водокористувачами.

Нормативи ГДС і ліміти скидання забруднюючих речовин встановлюються для показників:

- властивостей води (фізичних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних, органолептичних);
- узагальнених показників (водневий показник, загальна мінералізація, окислюваність перманганатна, нафтопродукти (сумарно), фенольний індекс);
- хімічних сполук та іонів, що існують в водному середовищі, вміст яких може бути визначено із застосуванням відповідних методів і методик виконання вимірювань.

Скиди зворотних (стічних) вод у водні об'єкти є одним з видів спеціального водокористування і здійснюється на підставі дозволів, що видаються в установленому порядку.

Умови відведення зворотних (стічних) вод у водні об'єкти визначаються з урахуванням:

- а) ступеня змішування зворотних (стічних) вод з водою водного об'єкта на відстані від місця випуску зворотних (стічних) вод до найближчого контрольного створу водокористування;
- б) фонового складу і властивостей води водних об'єктів в місцях випуску стічних вод.

Природне самоочищення вод від забруднюючих речовин, що потрапляють в них, приймається до уваги, якщо цей процес досить виражений і

						Лист
					PM.00.01.ПЗ	
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

його закономірності вивчені. На підставі розрахунків для кожного випуску зворотних (стічних) вод встановлюється ГДС речовин, дотримання якого повинно забезпечити нормативну якість води в контрольних створах водних об'єктів.

Норматив ГДС встановлюється для кожного контрольованого показника з урахуванням фонові концентрації, категорії водокористування, норм якості води у водному об'єкті, його асиміляційної здатності і оптимального розподілу між водокористувачами маси речовин, що скидаються з поворотними (стічними) водами [7].

В основу розрахунків нормативів ГДС покладені процеси розведення (розбавлення) і самоочищення стічних вод у водному об'єкті.

Процес розбавлення є одним з основних факторів знешкодження стічних вод, які скидаються у водойму. Розбавлення притоку стічної рідини в річковому потоці обумовлено змішування забруднених струмів з чистими струменями під впливом турбулентного змішування.

Під розбавленням  $n$  мають на увазі відношення суми витрат води, що розбавляється  $q$  та води, що розбавляє  $Q_r$ :

$$n = \frac{q + Q_r}{q} \quad (1.1)$$

Витрату води, що розбавлена, можна уявити як частину повного річкового потоку:

$$Q_r = \gamma Q \quad (1.2)$$

де  $Q$  – повна річкова витрата;

$\gamma$  – коефіцієнт змішування

Величини ГДС визначаються для всіх категорій водокористувачів. При розрахунку умов скидання стічних вод спочатку визначається значення  $S_{ГДС}$ . Норматив нормативів ГДС окремого випуску стічних вод є витрата стічних вод  $q$  ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) помножена на допустиму концентрацію забруднюючої речовини  $S_{ГДС}$  ( $\text{г}/\text{м}^3$ ):

$$\text{ГДС} = q \cdot S_{ГДС} \quad (1.3)$$

									Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

де  $q$  - максимальна витрата стічних вод за годину, ( $\text{м}^3/\text{год.}$ );

$C_{\text{ГДС}}$  - гранична концентрація забруднюючої речовини, ( $\text{г}/\text{м}^3$ ).

Розрахунок  $C_{\text{ГДС}}$  ведуть у тому випадку, якщо виконується умова  $C_{\text{ф}} < C_{\text{ГДК}}$ . У випадку якщо  $C_{\text{ф}} > C_{\text{ГДК}}$ , тоді  $C_{\text{ГДС}} = C_{\text{ГДК}}$ .

У формулі розрахунковою величиною є  $C_{\text{ГДС}}$ , « $q$ » приймається за даними водокористувача.

Розрахункова формула для визначення  $C_{\text{ГДС}}$  для консервативних речовин:

$$C_{\text{ГДС}} = C_{\text{ф}} + n \cdot (C_{\text{ГДК}} - C_{\text{ф}}), \quad (1.4)$$

де  $C_{\text{ф}}$  – фонові концентрації забруднюючої речовини у водотоці вище випуску стічних вод,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;

$C_{\text{ГДК}}$  – гранично допустима концентрація забруднюючої речовини у воді водотоку,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;

$n$  – кратність загального розведення стічних вод у водотоці, дорівнюється кратності початкового розведення  $n_{\text{п}}$  помноженого на кратність основного розведення  $n_{\text{о}}$ :

$$n = n_{\text{п}} \cdot n_{\text{о}}, \quad (1.5)$$

Початкове розбавлення розраховується в наступних випадках:

- для напірних зосереджених і розсіюючих випусків при співвідношенні швидкості річкової води  $V_{\text{р}}$  і швидкості стічних вод з випуску  $V_{\text{ст}}$ :

$$V_{\text{ст}} \geq 4V_{\text{р}};$$

- при абсолютних швидкостях витікання струменя з випуску більше 2 м/с.

Для оцінки умов відведення стічних вод за органолептичними показниками (наприклад, запаху) порівнюють величину розведення, необхідну для зникнення запаху стічних вод, яку встановлюють експериментальним шляхом, з кратністю розведення, яка отримується розрахунковими методами. Якщо необхідна для зникнення запаху величина розведення менше розрахункової кратності розведення, то можна дозволити скидати такі стічні води в певну водойму. Аналогічним способом визначають умови відведення у водойми забарвлених стічних вод. Фактичне розведення їх у водоймі (розрахункова кратність розведення) має забезпечити зникнення фарбування

						Лист
					РМ.00.01.ПЗ	
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



води в стовпчику висотою 20 або 10 см (в залежності від категорії водокористування) [14, 20].

Розрахункова формула для визначення  $C_{ГДС}$  для консервативних речовин:

$$C_{ГДС} = C_{\phi} + n \cdot (C_{ГДК} \cdot e^{kt} - C_{\phi}), \quad (1.6)$$

де  $C_{ГДК}$  - гранично допустима концентрація забруднюючої речовини у воді водотоку, г / м<sup>3</sup>;

$C_{\phi}$  - фонова концентрація забруднюючої речовини в водотоці вище випуску стічних вод, г / м<sup>3</sup>;

k - коефіцієнт неконсервативності, 1/добу;

t - час добігання від місця випуску стічних вод до розрахункового створу, діб.

n - кратність загального розбавлення стічних вод в водотоці.

Значення коефіцієнта неконсервативності приймаються за даними натурних спостережень або по довідниковим даним та перераховуються в залежності від температури та швидкості течії води ріки (табл. 1).

Таблиця 1 - Значення коефіцієнтів неконсервативності (швидкості деструкції) речовин при температурі 20<sup>0</sup>С

№ з/п	Речовина	Значення k, 1/доб.
1	БСК <sub>20</sub>	0,23
2	Азот амонійний	0,069-0,207
3	Азот нітритів	0,19-10,8
4	Азот нітратів*	0,112-0,46
5	Нафтопродукти	0,043
6	Фенол	0,32
7	СПАР	0,045

\*Наведено коефіцієнт інтенсивності споживання азоту нітратів фітопланктоном.

При наявності даних про концентрацію завислих речовин у водоймі до місця скиду  $C_{\phi}$ , допустиму концентрацію  $C_{ГДС}$  розраховують наступним чином:

1. Для водойм господарсько-питного та рибогосподарського волокористування:

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

$$C_{ГДС} = C_{\phi} + 0,25 \quad (1.7)$$

2. Для культурно-побутового та інших видів водокористування:

$$C_{ГДС} = C_{\phi} + 0,75 \quad (1.8)$$

3. Для всіх видів водокористування, якщо у водному об'єкті більше ніж 30 мг/л мінеральних речовин:

$$C_{ГДС} = 1,05 * C_{\phi} \quad (1.9)$$

При встановленні  $C_{ГДС}$  для БСК розрахункова формула має вид:

$$C_{ГДС} = n[(C_{ГДК} - C_{ЗМ}) * e^{k_0 t} - C_{\phi}], \quad (1.10)$$

де  $C_{ГДК}$  - гранично допустима концентрація показника БСК у воді водотоку, г/м<sup>3</sup>;

$C_{\phi}$  - фонові концентрація забруднюючої речовини в водотоці вище випуску стічних вод, г/м<sup>3</sup>;

$k_0$  - осереднене значення коефіцієнта неконсервативності органічних речовин, що обумовлюють БСК<sub>повн</sub> фону і стічних вод, 1/добу (табл. 3.4);

$C_{ЗМ}$  - БСК<sub>повн</sub>, яка обумовлена метаболітами і органічними речовинами, що змиваються в водотік атмосферними опадами з площі водозбору на останній ділянці шляху перед контрольним створом довжиною 0,5 добового пробігу, 1/добу;

$t$  - час добігання від випуску стічних вод до розрахункового створу, діб.

$n$  - кратність загального розбавлення стічних вод в водотоці.

Значення  $C_{ЗМ}$  приймається рівним: для гірських річок - 0,6 - 0,8 г/м<sup>3</sup>; для рівнинних річок, що протікають по території, ґрунт якої не надто багатий органічними речовинами - 1,7- 2 г/м<sup>3</sup>; для річок болотного харчування або тих, що протікають по території, з якої змивається підвищена кількість органічних речовин - 2,3 - 2,5 г/м<sup>3</sup>. Якщо відстань від випуску стічних вод до контрольного створу менше 0,5 добового пробігу, то  $C_{ЗМ}$  приймається рівною нулю.

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

## 2.АНТРОПОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ГІДРОСФЕРУ

### 2.1 Класифікація забруднень стічних вод

Різний ступінь забруднення стічних вод та природа їхнього утворення вимагають при проектуванні спільного або роздільного відведення окремих видів стічних вод, спільного або роздільного їх очищення.

Основними характеристиками стічних вод є:

– кількість стічних вод, що характеризується витратою, вимірюваною в л/с або м<sup>3</sup>/с, м<sup>3</sup>/год, м<sup>3</sup>/зміну, м<sup>3</sup>/добу і т. п.;

– види забруднень і вміст їх у стічних водах, що характеризується концентрацією забруднень, вимірюваною в мг/л або г/м<sup>3</sup>.

Важливою характеристикою стічних вод є ступінь рівномірності (або нерівномірності) їх утворення й надходження у водовідвідні системи. Зазвичай вона визначається нерівномірністю надходження стічних вод за годинами доби у році [8].

Ці характеристики враховуються при проектуванні водовідвідних систем.

Забруднення, що містяться у стічних водах, можуть бути кваліфіковані за різними ознаками, найважливішими з яких є їх походження та фазо дисперсний стан.

Забруднення за походженням поділяються на мінеральні, біологічні, органічні та бактеріальні.

До мінеральних забруднень відносять:

- мінеральні масла;
- розчини мінеральних солей;
- пісок, шлак;
- розчини кислот та лугів;
- глинисті частинки.

Органічні забруднення бувають тваринного або рослинного походження.

					<i>PM 00 01.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Антропогенний вплив на гідросферу</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Каритний Ю.А</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>				<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО- 19зм</i>		

До забруднень тваринного походження відносять:

- клейові речовини;
- залишки м'язових та жирових тканин тварин;
- фізіологічні виділення тварин і людей тощо.

Такі забруднення характеризуються досить значним вмістом азоту.

До забруднень рослинного походження відносять:

- залишки паперу;
- залишки злаків;
- залишки овочів та фруктів.

Основним хімічним елементом при цьому виді забруднень є вуглець.

За хімічним складом органічні забруднення поділяються на:

- азотовмісні;
- безазотисті, які містять вуглець, кисень та водень.

Головну частину безазотистих органічних забруднень господарсько-побутових стічних вод складають жири та вуглеводи.

Із вуглеводів у стоках найчастіше зустрічаються моносахариди (глюкоза та лактоза) і дисахарид (сахароза).

Також компонентами господарсько-побутових стічних вод є такі полісахариди, як целюлоза та крохмаль, які на відміну від простих вуглеводів не розчиняються у воді. Целюлоза є складовою оболонкою рослинних клітин. У шлунково-кишковому тракті людей вона не засвоюється та не розкладається. У стічних водах целюлоза складає значну частину твердої фази і знаходиться у завислому стані.

Жири у господарсько-побутових стічних водах представлені складними ефірами триатомного спирту – гліцерину і вищих карбонових кислот. Їх молекули можуть містити залишки олеїнової, стеаринової, пальметинової та інших кислот. У присутності поверхнево-активних речовин у воді жири гідролізуються з утворенням гліцерину і відповідних кислот [9].

У господарсько-побутових стічних водах у невеликих кількостях можуть міститися і інші безазотисті органічні сполуки (кислоти, спирти, альдегіди,

							Лист
						PM.00.01.ПЗ	
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

кетони тощо).

Азотовмісні органічні сполуки у господарсько-побутових стічних водах представлені сечовиною, білками і продуктами їх гідролізу (пептидами та амінокислотами).

Кількість забруднень органічного походження для міських стічних вод досить значна і складає 45-58%. Органічні забруднення господарсько-побутових стічних вод є сприятливим середовищем для розвитку різноманітних бактерій та мікроорганізмів, які складають так зване бактеріальне та біологічне забруднення стічних вод [10]. Такі забруднення зумовлюють епідемічну небезпеку.

До біологічних забруднень, що містяться у стічних водах, відносяться:

- водорослі;
- дріжджі;
- личинки комах;
- плісняві грибки;
- яйця гельмінтів.

Бактеріальні забруднення стічних вод представлені нехвороботворними та хвороботворними вірусами і бактеріями.

Кількість бактерій, що міститься у стічних водах досить значна.

За даними професора Строганова С.М. при кількості бактерій в 1 мл стічних вод  $10^8$  об'єм бактеріальної маси складає 0,04% витрати стічних вод.

Однак знання хімічної природи цих забруднень не дає повного уявлення про властивості домішок, поведінка котрих у водному середовищі в процесі очистки залежить в значній мірі від їх фазово-дисперсного стану. Також в свою чергу фізико-хімічний стан домішок взагалі визначається їх дисперсністю, яка зумовлює здатність утворювати з водою гетерогенні або гомогенні системи.

Усі домішки стічних вод незалежно від їх природи поділені на чотири групи (згідно класифікації, розробленої академіком Кульським Л.А.) [2,10]:

1. Нерозчинні речовини, що знаходяться у воді у вигляді крупних завислих частинок діаметром більше десятих часток міліметра, а також у

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

вигляді суспензій, емульсій та піни. Нерозчинні домішки можуть бути неорганічної, або органічної природи. До цієї ж групи відносяться бактерії, а також біологічні забруднення. Ці домішки утворюють з водою гетерогенні кінетично нестійкі системи. В результаті гравітаційного осадження значна частина домішок першої групи може бути видалена з води.

2. Речовини колоїдного ступеня дисперсності з розміром частинок від 0,1 до 0,001мкм. Вони утворюють з водою гетерогенну систему з особливими молекулярно-кінетичними властивостями і представлені у переважній більшості гідрофільними колоїдами та органічними речовинами з великою молекулярною вагою (клітковина, крохмаль, целюлоза), білками (гемоглобін, альбумін, казеїн молока, рибний та тваринний клей), милами, більшістю органічних барвників. Гідрофобних колоїдів (гідроксиди заліза і алюмінію, глина) у стічних водах дуже мало. Із бактеріальних забруднень до другої групи відносяться віруси.

3. Домішки знаходяться у вигляді молекулярно-дисперсних частинок діаметром менше 0,001мкм. У воді вони утворюють істинні розчини. Домішки третьої групи надзвичайно різноманітні за своїм складом і визначають ряд показників якості стічних вод, таких як забарвлення, запах, ХСК, БСК. Для очистки стічних вод від таких домішок використовують фізико-хімічні та біологічні методи.

4. Домішки цієї групи мають частинки розміром менше 0,0001мкм. Це відповідає іонному ступеню дисперсності. До них відносяться головним чином кислоти і їх солі та луги. Деякі з них частково вилучаються із стічних вод у ході біологічної очистки на міських очисних спорудах (зокрема амонійні солі та фосфати). Досить складні фізико-хімічні методи застосовують для зменшення мінералізації стічних вод (іонний обмін, зворотний осмос і інші).

При складанні технологічних схем очистки стічних вод для вилучення окремих груп домішок послідовність технологічних прийомів чітко відповідає порядку зменшення їх розмірів (зростанню дисперсності).

За даними професора С.М.Строганова за ступенем дисперсності у розчині

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

знаходиться біля 35%, у грубо дисперсному стані – 51% і в колоїдному стані близько 14% усіх органічних забруднень стічних вод. При освітленні стічних вод 74% органічних речовин лишається в освітлених стічних водах і відповідно 26% випадає в осад.

Слід підкреслити, що до складу органічних та мінеральних речовин, які містяться у міських стічних водах, входять вуглець, а також азот, натрій, калій, сірка, кальцій, фосфор та інші. Відносно легко очищати стічні води біологічними методами з використанням мікроорганізмів дозволяє наявність біогенних елементів.

## 2.2 Характеристика стічних вод

У поняття "стічні води" входять різні за походженням, складом й фізико-хімічними властивостями води, які використовуються людиною для побутових і технологічних потреб. При цьому вода забруднюється, і її фізико-хімічні властивості змінюються [10].

Стічні води – це води, які внаслідок використання їх на побутові або виробничі потреби суттєво погіршили свої первинні властивості, стали непридатними для використання, а також негативно впливають на гідросферу. До них також належать води, які стікають з територій населених місць, промислових підприємств і сільськогосподарських полів внаслідок випадання атмосферних опадів.

Стічні води різноманітні за складом та за своїми властивостями. В залежності від походження, виду і якісної характеристики домішок розрізняють три основні категорії стічних вод: побутові (господарсько-фекальні), виробничі (промислові) і дощові (атмосферні), які надходять для очистки на міські каналізаційні очисні станції.

До побутових належать води від кухонь, туалетних кімнат, душових, бань, пралень, їдалень, лікарень, а також господарські води, які використані при митті приміщень. Вони надходять як від побутових і громадських будівель, так і від побутових приміщень промислових підприємств. За природою забруднень вони можуть бути фекальні, забруднені в основному фізіологічними відходами,

							Лист
						PM.00.01.ПЗ	
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

і господарські, забруднені різного виду господарськими відходами.

До виробничих стічних вод відносяться води, використані в технологічному процесі, вони не відповідають вимогам, які ставляться цим процесом до їх якості, а тому підлягають виведенню з території підприємств. До них належать також води, які відкачуються на поверхню землі при добуванні корисних копалин (вугілля, нафти, руди тощо).

Атмосферні води створюються внаслідок випадання атмосферних опадів. Їх підрозділяють на дощові і талі, які виникають при таненні льоду і снігу. До категорії дощових вод можна віднести поливно-мийні води. Характерна особливість дощового стоку – його епізодичність і різка нерівномірність.

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



### 3.АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

#### 3.1 Загальна характеристика методів очищення стічних вод

Очищення стічних вод проводиться з метою усунення шкідливих і небезпечних властивостей, які можуть призвести до згубних наслідків у навколишньому середовищі. Застосування різних технологій очищення спрямоване на нейтралізацію, знешкодження або утилізацію цих компонентів.

Залежно від фізичного стану, складу і концентрації забруднювальних речовин зараз використовують різні способи очистки стічних вод – механічний, хімічний, фізико-хімічний та біологічний [2,10].

Таким чином, вибір технології очищення та обладнання залежить в першу чергу від властивостей стічних вод і їх відхилень від властивостей природних вод. Іншими словами, вибір методу очищення стоків залежить від шкідливих факторів , якими володіє стічна вода.

В якості шкідливих факторів можуть виступати не тільки токсичні речовини – нафтопродукти, ПАР, іони важких металів, але й такі узагальнені показники, як агресивність середовища, загальна жорсткість (вище допустимої), вміст амонійного азоту, окислюваність та ін.

Щоб мінімізувати ці проблеми, зважені частинки, як правило, необхідно усунути або зменшити до прийняттого рівня перед використанням.

Великі частинки можуть бути легко видалені механічним шляхом фільтрації або відстоюванням. Більш дрібні частинки, також відомі як колоїдні частинки, видалити важче і необхідна фільтрація або осадження.

Наявність у стічній воді шкідливих факторів визначається з аналізу характеристик води. Кожному шкідливому фактору може відповідати група показників. Тобто наявність у воді шкідливих факторів може визначатися декількома характеристиками.

Кількість хімічних забруднювачів води постійно зростає і досягає зараз

					<i>PM 00.01.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Каритний Ю.А</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>			<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм</i>			

близько 1000 різновидів. Шкідлива дія багатьох з них має пролонгований вплив, тобто їхня дія виявляється в наступних поколіннях живих істот і полягає в появі шкідливих мутацій, генетичних розладах тощо.

Крім хімічного відбувається ще і фізичне забруднення води, пов'язане із зміною її фізичних властивостей – прозорості, вмісту суспензій та інших нерозчинних домішок, радіоактивних речовин і температури.

Суспензії (пісок, глина, намул) потрапляють у водойми головним чином за рахунок поверхневого змиву дощовими водами з сільськогосподарських полів, а також з діючих підприємств гірничорудної промисловості [11].

Пил надходить у водойми також із сильними вітрами, особливо в суху погоду. Тверді частинки різко знижують прозорість води, пригнічуючи процеси фотосинтезу водяних рослин, забивають зябра риб і інших водних тварин, погіршують смакові якості води.

Особливу небезпеку для всього живого становлять радіоактивні домішки, що потрапляють у водойми завдяки викидам АЕС (особливо під час аварій), з частками золи від працюючих ТЕС тощо.

Як свідчать спостереження, у річках які, розташовані нижче за течією від діючих ТЕС і АЕС, порушуються умови нересту риб, гине зоопланктон, риба уражається хворобами й паразитами.

Серед біологічних забруднювачів перше місце посідають комунально-побутові стоки, особливо коли вони надходять у водойми без очищення.

Проте навіть за наявності очисних споруд деяка кількість вірусів, бактерій тощо все ж не затримується фільтрами й потрапляє у водойми.

Промисловими біологічними забруднювачами є підприємства шкірообробної промисловості, м'ясокомбінати, цукрові заводи.

Неочищені або недостатньо очищені стічні води, потрапляючи в природні водойми, мають здатність до самоочищення. Самоочищення відбувається внаслідок розведення стічних вод, випадання в осаді твердих забруднювачів, хімічних й інших природних процесів, що приводять до видалення з водойми забруднювачів і сприяють поверненню води до її первісного стану [2].

Проте здатність водойм до самоочищення має свої межі.

### 3.2 Методи та споруди для доочищення стічних вод

Після повної фізико-хімічної та біохімічної очистки стічні води проходять глибоке доочищення та знезаражування з метою досягнення нормативних показників по основним видам забруднення. Споруди повного біологічного очищення забезпечують ступінь очищення за БСКповн очищеної води 10 – 15 мг/дм<sup>3</sup>, проте для її повторного використання, а у ряді випадків і для скидання в водоймища, такий ступінь очищення недостатній. В зв'язку з цим часто проектується доочищення стічних вод [11].

Під доочищенням мають на увазі методи і процеси, що доповнюють традиційні технологічні схеми очищення стічних вод міст і населених пунктів. Можлива ступінь видалення забруднень у процесах доочистки практично не обмежена і визначається умовами скидання очищених стічних вод або подальшою їх утилізації.

Одним з методів доочищення є очищення стічних вод у біологічних ставках.

Біологічні ставки – це штучно створені споруди (а іноді природні водойми), в яких відбувається біологічне очищення стічних вод, що ґрунтується на процесах природного самоочищення водойм.

У наш час біологічні ставки застосовують здебільшого для доочищення стічних вод, які пройшли біологічне очищення [12, 13]. Однак вони також можуть використовуватись і безпосередньо для очистки стічних вод на невеликих очисних станціях переважно у сільській місцевості.

Біологічні ставки будують на нефільтруючих чи слабо фільтруючих ґрунтах. При будівництві біоставків на фільтруючих ґрунтах влаштовуються спеціальні протифільтраційні екрани.

Біологічні ставки влаштовують у вигляді виїмок, зазвичай їх огорожують земляними валиками чи дамбами із внутрішнім облицюванням із залізобетонних плит, покриттям із полімерних плівок тощо.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Біологічні ставки відносно населених пунктів розміщують з підвітряної сторони пануючих у теплий період року вітрів. Напрямок руху води у ставках при цьому повинен бути перпендикулярним до напрямку вітрів.

Розрізняють біоставки з природною і штучною аерацією.

Біоставки з природною аерацією влаштовують при біохімічному споживанні кисню (БСКповн) очищуваних стічних вод до 200 мг/л, при більшій БСКповн необхідно проводити цей процес у ставках зі штучною аерацією. У випадку, якщо величина БСКповн перевищує 500 мг/л, стічні води слід попередньо очищувати.

Глибина біоствіків з природною аерацією складає 0,5–1м. Невелика глибина ставка забезпечує добре прогрівання, освітленість і аерацію води [11].

Для інтенсифікації процесу очистки стічних вод в аеровані біоставки штучним шляхом подається повітря. Це дає можливість очищувати в них стічні води з БСКповн до 500мг/л, збільшити глибину до 5м, знизити час обробки води в біостваках у 3–5 разів у порівнянні з біостваками з природною аерацією. Такі біостваки займають значно меншу площу і менше залежать від кліматичних умов, вони можуть працювати і при температурі повітря від –15 до –20°C, а в окремі дні і до –45°C. Аерація біоствіків здійснюється за допомогою механічних, пневматичних чи пневмомеханічних аераторів.

Для пневматичної аерації біологічних ставків використовують перфоровані поліетиленові труби. Їх монтують на підставах на відстані 20–30 см від дна перпендикулярно потоку рідини. Парні отвори діаметром 2,5–3 мм розміщуються в горизонтальній площині на відстані 30 см [12,13].

Біостваки проектують не менш ніж із двох паралельних секцій, кожна з яких включає 2–5 послідовних ступенів з можливістю відключення одного ставка для очистки чи профілактичного ремонту. Бажано, щоб кожен ступінь біоставка з природною аерацією працював як реактор-витиснювач, що забезпечується при відношенні довжини секції до її ширини не менш ніж 20:1.

Якщо у конкретних умовах виконання цього співвідношення неможливе, то на кожному ступені біоставка повне використання його об'єму повинно

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечуватись конструкцією впускних і випускних пристроїв.

Біоценоз біоставка формується залежно від навантаження за органічними речовинами (БСК) на одиницю його площі, кисневих умов і складу очищуваних стічних вод. Основу біоценозу біоставків складають бактерії, однак на останніх ступенях біоставків участь в процесах очищення приймають водорості, а в окремих випадках і вища водна рослинність.

За нормальної експлуатації, крім повного біологічного очищення, біоставки забезпечують також і високий ефект бактеріального самоочищення. Так, кількість кишкової палички у ставках зменшується на 95,9–99,9%, а вміст яєць гельмінтів в очищених стічних водах зовсім малий.

Перед біоставками слід передбачати механічне очищення стічних вод на грешітках, у піскоуловлювачах і відстійниках. При концентрації завислих речовин у стічних водах до 250 мг/л тривалість відстоювання можна приймати 0,5 год, при концентрації - 250–500 мг/л – 1 год [12 -14].

В деяких випадках відстоювання стічних вод здійснюють у біоставку першого ступеня, однак такий технологічний прийом не можна вважати доцільним через труднощі з видаленням осаду з плаского дна біоставка. Після біоставків з природною аерацією додаткове освітлення стічних вод не передбачається. Після біоставків із штучною аерацією очищені стічні води необхідно відстоювати протягом 2–2,5 год.

Використання біологічних ставків з природною аерацією для біологічного очищення стічних вод рекомендується здійснювати при витратах очищуваних стічних вод до 5000 м<sup>3</sup>/добу, а біоставків зі штучною аерацією – до 15000 м<sup>3</sup>/добу.

Науково–дослідним інститутом експериментального проектування інженерного обладнання розроблений альбом технологічних конструкцій біологічних ставків для очищення стічних вод продуктивністю 100–10000 м<sup>3</sup>/добу для II, III і IV кліматичних зон.

Будівництво очисних споруд з аерованими біоставками потребує менших капітальних вкладень у порівнянні з очищенням стічних вод іншими методами.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Питомі витрати на цих станціях на 20–50% нижчі. Однак серйозним недоліком біологічних ставків, окрім сезонності їх роботи і великої площі земельних ділянок, необхідних для будівництва ставків, є складність регулювання процесу очищення.

До методів доочищення стічних вод міст і населених пунктів також відносять наступні:

- метод фільтрування, який наразі триває на фільтрах із зернистим завантаженням, на сітчастих барабанних фільтрах;
- біологічний метод, реалізований традиційно в біологічних ставках з природною і штучною аерацією, а також на спорудах доочистки, влаштованих за принципом аеротенків із завантаженням;
- метод флотації, заснований на здатності гідрофобних частинок прилипати до бульбашок газу (повітря) і спливати на поверхню з утворенням піни;
- сорбційний метод видалення з очищених вод залишкових розчинених органічних забруднень, наприклад з використанням активованого вугілля;
- метод окислення залишкових розчинених забруднень сильними окислювачами (озон, хлор, двоокис хлору, перманганат калію та ін.);
- різні методи доочистки вод від біогенних елементів (реагентні, іонообмінні, біологічні і т.д.);
- комбінації зазначених методів.

### 3.3 Доочищення фільтруванням

Для доочистки стічних вод використовують фільтри різних конструкцій. В результаті фільтрування зменшується вміст у стічній воді головним чином зважених речовин, а також нафтопродуктів, фосфору й інших забруднень.

Для доочистки стічних вод фільтруванням застосовують барабанні сітки, мікрофільтри, фільтри з зернистим завантаженням, фільтри з плаваючим завантаженням, намивні фільтри [12,13].

В результаті фільтрації зменшується вміст в стічній воді головним чином завислих речовин, а також нафтопродуктів, фосфору та інших забруднень.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

В залежності від вимог до якості води для доочищення використовуються фільтри таких конструкцій:

- зі спадним або висхідним потоком води;
- радіальні одношарові і двошарові;
- з рухливою засипкою;
- каркасно-засипні;
- аеровані, з плаваючою засипкою.

Як фільтруючий матеріал застосовується:

- кварцовий пісок крупних фракцій;
- гравій;
- гранітний щебінь;
- гранульований домновий шлак;
- антрацит;
- горілі породи;
- керамзит;
- полістирол.

Каркасно-засипний фільтр є багат шаровим, в якому фільтрація води відбувається у напрямі спадної крупності зерен засипки.

Подача води здійснюється по системі жолобів. Дренажна система складається з дірчастих труб з підтримувальними гравійними шарами, на які завантажуються гравій і пісок. Пісок заповнює міжпоровий простір гравійного каркаса. Замість гравію можна застосовувати щебінь, а замість піску – шлак, керамзит, антрацит [14].

Перевага каркасно-засипного фільтра – робота в режимі безплівкової фільтрації, висока якість фільтрату, підвищена грязеємність засипки.

Для доочищення стічних вод при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні застосовуються мікрофільтри, фільтри з рухомою (пластмасовою) засипкою, установки пінної флотації (для доочищення стічних вод від поверхнево-активних речовин).

Для доочищення стічних вод від важкоокислюваних домішок

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

використовуються коагуляційні і сорбційні установки.

Для доочищення стічних вод можна застосовувати озонаторні установки в сполученні з фільтрами. Стічна вода, оброблена озоном, стерильна (озонування дозволяє обеззаражувати воду), не має запаху, кольоровості, мутності.

Доочищення стічних вод від сполук азоту і фосфору відбувається реагентним методом. Як реагенти використовується вапно, сірчаноокислий алюміній і сірчаноокисле залізо.

Таблиця 3.1 Характеристики типів фільтрів, які застосовуються для доочищення стічних вод

Тип фільтра	Ступінь очищення, %		Швидкість фільтрування, V <sub>ф</sub> , м/г
	За завислими речовинами	За БСК <sub>повн</sub>	
Зернисті зі спадним потоком	70 – 80	50 – 60	5 – 7
Зернисті з висхідним потоком	70 – 85	50 – 65	7 – 8
Двошарові	70 – 80	60 – 70	7 – 8
Аеровані	80 – 90	75–80	7 – 8
Каркасно-засипні	80	70	10
Радіальні із засипкою горілими породами	75	60 – 70	26
З рухомою засипкою	50 – 55	30 (по БСК <sub>5</sub> )	15

Для видалення зважених речовин і БСК<sub>повн</sub> до 6 –8 мг/л після біологічної очистки в стандартних аеротенках застосовують фільтри із зернистим завантаженням. У них не розвиваються мікробіологічні процеси і не змінюється вміст сполук азоту і фосфору.

Фільтр являє собою резервуар, завантажений зернистим матеріалом, через який вода просочується зверху вниз або знизу вгору. Розподіл води по поверхні перед фільтруванням і збір фільтрованої води повинні бути рівномірними.

В якості зернистого завантаження використовують, як правило,

									Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ



кварцовий пісок крупністю 1,2–2 мм, шаром 1,2–1,3 м; швидкість фільтрації води 6 – 8 м/год. При накопиченні в тілі фільтра забруднюючих речовин подача води на очищення припиняється і здійснюється водоповітряна промивка.

Застосовуються фільтри з різними завантаженнями: двошарові, каркасно-засипні, плаваючі з пластмасової крихти, з дрібного щебеню і др. Показники роботи фільтрів мало розрізняються, їх вибір повинен визначатися конкретними умовами застосування – розташовуванням залишковим напором води, висотою конструкцій будівель, ступенем нерівномірності припливу стічної води і т.п.

Сучасні конструкції зернистого піщаного фільтра безперервної дії типу DynaSand не вимагають відключення на промивання. Фільтрація води на фільтрі здійснюється знизу вгору з середньою швидкістю 15 м/год. Як завантаження використовується пісок крупністю 0,8–1,2 мм. Принципова відмітна особливість фільтра – наявність ерліфтного забору найбільш забрудненого піску з нижньої конусної частини фільтра і подача його в вузол промивки. З вузла промивки чистий пісок надходить у верхню частину фільтра, промивна вода відводиться в голову очисних споруд. Фільтр може експлуатуватися в режимі реагентного фільтрування.

Реагентне фільтрування виробляють з метою додаткового видалення органічних забруднень після аеротенків, але головним чином для видалення фосфору.

Підготовка води перед фільтруванням (змішання з реагентом) проводиться в окремій камері. Доза коагулянту складає 15–45 мг/л. Додавання флокулянтів в дозах 0,5–1 мг/л дозволяє скоротити дозу коагулянту вдвічі. Конструкція фільтрів аналогічна конструкції фільтрів із зернистим завантаженням для безреагентного фільтрування. Але при використанні реагентів швидкість фільтрування знижується до 4–5 м/год., збільшується частота промивок. Концентрація органічних забруднень після фільтра по ВПК і зважених речовинах досягає 4–5 мг/л, фосфору 0,2–0,5 мг/л.

Суміщення методів фільтрації і біологічного доочищення реалізується

						РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

на фільтрах-біореакторах [15]. Фільтри-біореактори містять завантаження з інертного матеріалу, на поверхні якої розвивається активний мул, здатний утворювати додатковий біологічний фільтр між зернами завантаження. Для видалення зважених речовин і БСК можна використовувати піщану завантаження крупністю 1,6 – 2 мм, подрібнений гравійний щебінь і пористу завантаження з шлакопемзи.

Для процесів нітрифікації краще використовувати гравійний щебінь. При цьому конструкція фільтра-біореактора передбачає попередню аерацію і рециркуляцію очищених вод в голову споруди насосами.

Для видалення залишкового фосфору рекомендується вводити реагент (коагулянт, флокулянт). Дана споруда дозволяє досягати величин концентрацій очищених вод:

- по зважених речовинах – до 1–3 мг/л;
- по БСК<sub>5</sub> – до 1,5 – 4 мг/л;
- по амонійному азоту – до 0 – 0,5 мг/л;
- по фосфору при використанні реагенту – до 0,2 мг/л.

Озонування як метод глибокого очищення біологічно очищених міських стічних вод, незважаючи на високу собівартість, є універсальним, так як він дозволяє одночасно знизити концентрацію забруднень:

- за ХСК на 40%;
- по БСК<sub>5</sub> – на 60 – 70%;
- вміст завислих речовин – на 60%;
- ПАР – на 90%;
- фенолів – на 40%;
- азоту – на 20%;
- канцерогенних речовин – на 80%;
- зняти забарвлення вод – на 60% з одночасним знезараженням води.

Рекомендована доза озону 10–15 мг/л при часі його контакту зі стічною водою 15 хв.

Суміщення озонування з процесом видалення суспензії флотацією в одній

						Лист
					PM.00.01.ПЗ	
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

споруді отримало назву озонифлотації.

Озонифлотатор – апарат, до якого подається стічна вода, що пройшла реактор для розчинення в ній озонозовоздушної суміші. Одночасно в апараті створюються умови утворення дрібних бульбашок озонозовоздушної суміші, які захоплюють з собою зваж і окислюють її при підйомі. Взвесь утворює на поверхні рідини флотоієну, яка видаляється на обробку. Збір флотоієни з поверхні рідини при озонифлотації – один з найважливіших елементів конструктивного оформлення процесу, який на практиці здійснити досить складно, і це є однією з перешкод для впровадження методу.

Сорбцію здійснюють, як правило, після фільтрів при необхідності зниження БСКполн до 2 – 3 мг/л.

Як сорбент застосовують активоване вугілля різного класу або природні сорбенти, зокрема бентоніти. Сорбцію проводять у фільтрах в статичному режимі (фільтрування через нерухому завантаження з зернистого гранульованого матеріалу) або в динамічному режимі (контакт при інтенсивному перемішуванні з порошкоподібною матеріалом). При застосуванні даних технологій слід ураховувати наступне:

-Швидкість фільтрування через нерухому завантаження становить 5–8 м/год., тривалість контакту в динамічному режимі до 15 хв.

-Конструкція сорбційного фільтра аналогічна конструкції піщаних фільтрів. При втраті (вичерпанні) сорбційної здатності матеріал завантаження замінюють.

- Вугілля може бути регенеровано термічним способом, мінеральні сорбенти видаляють на полігони відходів.

-Ефект сорбції істотно підвищується при поєднанні його з озонуванням.

-Ефект сорбційного глибокого очищення при попередньому озонуванні води підвищується на 30 – 60% залежно від дози озону в інтервалі від 3 до 14 мг/л.

-При спільному проведенні сорбції та озонування ефективність сорбції на вугіллі в 1,5 – 3 рази вище, ніж без попереднього окислення.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадках ґрунтового очищення стічних вод на полях зрошення або полях фільтрації знезараження, як правило, не потрібно, оскільки усувається до 99,9% бактерій.

### 3.4 Знезараження стічних вод

Знезараження стічних вод проводять для знищення патогенних бактерій і вірусів, які містяться в них і усунення небезпеки зараження водойми цими мікробами при спуску в нього очищених стічних вод.

Патогенні мікроби не можуть бути повністю видалені ні при відстоюванні, ні при біологічному очищенні стічних вод. У спорудах для штучної біологічної очистки (в біофільтрах і аеротенках) усувається від 91 до 98% таких бактерій, тому після механічної і штучної біологічної очистки стічні води до спуску їх у водойми необхідно знезаражувати.

Найпоширенішим методом знезаражування стічних вод є їх хлорування водним розчином газоподібного хлору чи гіпохлоритом натрію.

Застосовують також фізичні методи знезараження, найбільш поширеним з яких є ультрафіолетове опромінювання стічних вод, можливе використання комбінованих методів.

Метод знезараження стічних вод визначається не тільки техніко-економічними й санітарними, але й екологічними вимогами. Метод знезараження, що використовують, не повинен суперечити вимогам охорони поверхневих вод від надходження у водоймища токсичних сполук, наприклад, активного хлору, хлорорганіки, наявність яких у воді не допустима.

Кількість активного хлору, необхідна для знезаражування одиниці об'єму стічних вод, виражена в мг/л чи г/м<sup>3</sup>, називається дозою хлору. При експлуатації очисних споруд необхідну дозу хлору уточнюють експериментальним хлоруванням і приймають такою, щоб кількість залишкового хлору після 30 хвилин контакту зі стічними водами не була меншою за 1,5 г/м<sup>3</sup>. Розрахункова доза активного хлору призначається рівною 10 г/м<sup>3</sup> для механічно очищених стічних вод, 5 г/м<sup>3</sup> – для стічних вод після неповного біологічного очищення і 3 г/м<sup>3</sup> – для біологічно очищених стічних

						РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

вод.

Зазвичай на руйнування бактеріальних клітин витрачається лише незначна частина хлору, що вводиться у воду. Більша частина хлору йде на окислення органічних речовин і на реакції з мінеральними домішками, що містяться у воді. Кількість хлору, яка витрачається на ці процеси, характеризує хлорпоглинання води.

Хлор, що додається, повинен бути ретельно перемішаний зі стічними водами. До складу споруд для хлорування стічних вод входять хлораторна, змішувач і контактний резервуар.

У наш час експлуатуються декілька типів установок для приготування й дозування розчинів, що містять активний хлор.

Установки першого типу працюють на зрідженому хлорі й називаються хлораторами. У цих установках послідовно здійснюється випаровування хлору, його механічне очищення, дозування й розчинення у воді. Хлорування здійснюється хлорною водою, що виходить із хлоратора. У деяких випадках хлорування може здійснюватись безпосередньо газоподібним хлором, який змішується із стічними водами в спеціальних пристроях.

До другого типу належать установки, призначені не тільки для приготування дезінфікуючих розчинів, але і для отримання їх із первинної сировини. До таких установок відносять електролітичні установки для приготування розчинів гіпохлориту натрію.

Вибір установки для хлорування здійснюють за витратою очищуваних стічних вод, умовами постачання, транспорту й зберігання реагентів, можливістю автоматизації процесів і механізації трудомістких робіт.

Хлорування стічних вод розчинами газоподібного хлору. Хлор поставляється на очисні станції в балонах чи контейнерах, у яких він знаходиться під надлишковим тиском переважно в рідкому стані. Внаслідок малої розчинності рідкого хлору його попередньо переводять у газоподібний стан, після чого розчиняють у воді, а хлорування стічних вод здійснюють так званою хлорною водою.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Установки для хлорування стічних вод складаються з наступних вузлів:
- складу хлору;
  - пристроїв для випаровування рідкого хлору;
  - дозування газоподібного хлору й приготування хлорної води (хлоратора);
  - насосної для підвищення напору води, що подається в ежектор;
  - електрощитової та приміщення контрольно–вимірювальних приладів;
  - вентиляційних і дегазаційних пристроїв.

Суттєвим недоліком методу обробки газоподібним хлором є необхідність транспортування і зберігання великих об'ємів високотоксичного рідкого хлору в балонах, що представляє потенційну небезпеку виникнення надзвичайних аварійних ситуацій.

Хлоратори можуть бути напірними чи вакуумними. У напірних хлоргаз знаходиться під деяким надлишковим тиском, у вакуумних – під тиском менше атмосферного.

Найбільшого поширення набули вакуумні хлоратори, які виключають можливість витоку хлору в приміщення, де вони встановлені. Серед відомих конструкцій вакуумних хлораторів найбільшого поширення набули хлоратори марок ЛОНІІ–СТО і ЛК конструкції проф. Л. А. Кульського [8].

Зважаючи на складність безпосереднього визначення змісту патогенних бактерій в стічних водах зазвичай застосовують метод оцінки ефективності їх знезараження по коли-титру кишкової палички.

Знезараження стічних вод може бути визнано достатнім, якщо коли-титр в них буде доведений до 100.

Доза хлору, необхідна для знезараження води, залежить від кількості хвороботворних бактерій, органічних і неорганічних речовин, здатних до окислення, які знаходяться в стічній воді.

Сутність знезаражуючого дії хлору полягає в окисленні та інактивації ферментів, що входять до складу протоплазми клітин бактерій, у результаті чого останні гинуть.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

При знезараженні хлор повинен бути добре перемішаний з дезінфікованою водою і перебувати не менше 30 хв в контактi з нею.

Контакт хлору зі стічною водою здійснюється в спорудах, званих контактними резервуарами, а також у лотках і трубах до спуску води у водойму [12,13].

Для попередніх підрахунків у проектах розрахункові дози хлору слід приймати:

- для відстояною стічної води –  $30 \text{ г/м}^3$ ;
- для в повному обсязі очищеної стічної води в аеротенках або високонавантажених біофільтрах –  $15 \text{ г/м}^3$ ;
- для повністю очищеної стічної води –  $5 - 10 \text{ г/м}^3$ .

Знезараження великих мас води, як правило, здійснюється рідким хлором або гіпохлоритом натрію; при малих кількостях стічних вод (до  $1000 \text{ м}^3/\text{сут}$ ) застосовують хлорне вапно або гіпохлорит натрію [12,14].

Озонування. Озонування припускає використання озону, що є одним з найбільш сильних окислювачів. Знезаражуюча дія озону ґрунтується на його високої окислювальної здатності, пояснюється легкістю віддачі їм активного атома кисню.

Важливою перевагою озонування є те, що дозування озону не вимагає такої ретельності, як дозування хлору.

При озонуванні поряд із знезараженням відбуваються окислення і руйнування істинно розчинених і колоїдних органічних домішок води, що призводить до нормалізації кольору і запаху і виключає спеціальну обробку для цих цілей, спрощуючи тим самим схему очищення води.

При знезаражуванні стічних вод озон, який є алотропічною модифікацією кисню, застосовується в газоподібному вигляді. За температури  $0^\circ\text{C}$  і тиску  $0,1 \text{ МПа}$  розчинність чистого озону складає  $0,68 \text{ г/л}$ , а маса його  $1 \text{ л}$  –  $2,144 \text{ г}$ . Молекула озону  $\text{O}_3$  дуже нестійка й легко дисоціює на атом і молекулу кисню. Швидкість дисоціації озону зростає при збільшенні значення рН, температури й ступеня мінералізації води.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Озон – сильний окислювач. Патогенні мікроорганізми знищуються озоном у 15–20, а спорові форми бактерій – у 300–600 разів швидше, ніж хлором. Крім цього озон одночасно підвищує прозорість води і знижує її кольоровість. Доза озону для знезаражування стічних вод залежить від ступеня попереднього очищення і вмісту органічних речовин у стічних водах (озон, у першу чергу, окислює органічні речовини, а вже потім діє як дезінфікуючий агент), часу контакту стічних вод з озоном, концентрації озону в озоно–повітряній суміші.

Знезаражування озоном доцільно передбачати після доочищення стічних вод на мікрофільтрах чи фільтрах. Дозу озону в цьому випадку слід приймати рівною 6–10 мг/л при тривалості контакту зі стічними водами 8–10 хв. Для біологічно очищених стічних вод при концентрації завислих речовин 10–12 мг/л і БСКповн 15 мг/л доза озону складає 15–30 мг/л, а тривалість контакту – 0,3–0,5 год [12,13].

Установки для озонування складаються з озонаторів для синтезу озону, обладнання для підготовки й подачі повітря, систем електроживлення, камер для контакту озону з оброблюваною водою, обладнання для утилізації залишкового озону у відпрацьованій газовій суміші. Озон отримують шляхом розщеплення молекулярного кисню на атоми під дією тихого електричного розряду в спеціальних апаратах – озонаторах, у яких повітря пропускається з певною швидкістю між двома електродами, сполученими з джерелом змінного струму високої напруги (5–20 кВ). Для отримання 1 кг озону потрібно 50–60 м<sup>3</sup> повітря.

Основними причинами, що стримують і ускладнюють широке застосування озону для знезаражування стічних вод, є відносно висока його собівартість, яка визначається невисокою якістю озонаторних установок промислового типу пропускнуою спроможністю 10–50 кг/год і малим ступенем використання озону (50–70%) в існуючих конструкціях змішувачів.

Вдосконалення процесів очищення стічних вод із застосуванням озону розвивається за двома основними напрямками. Це створення ефективних,

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



високопродуктивних і економічних генераторів озону, працюючих на підвищених частотах, та інтенсифікація процесу масообміну контактуючих фаз (озону й стічних вод) за рахунок зміни швидкості реакції застосуванням каталізаторів, фотохімічного чи радіохімічного впливу, поєднання озонування з ультрафіолетовим опроміненням.

Ультрафіолетове знезараження відноситься до сучасних способів дезінфекції очищених вод [16].

Було відмічено, що хлорування води призводить до утворення небезпечних побічних продуктів [17].

Аналіз альтернативних хлоруванню технологій знезараження показав, що всі окислювальні технології знезараження призводять до форматування тих чи інших побічних продуктів, більшість з яких становить небезпеку для здоров'я людей.

Другим важливим чинником у просуванні УФ-технології з'явилася недостатня ефективність хлорування відносно ряду мікроорганізмів, зокрема *Cryptosporidium parvum*.

Ультрафіолетове знезараження виявилось ідеальним рішенням обох цих проблем, що і стало причиною бурхливого розвитку УФ-технології в усьому світі [16,17].

Для знезараження використовується біологічно активна область спектра УФ-випромінювання з довжиною хвилі від 205 до 315 нм, звана бактерицидним випромінюванням. Максимальна ефективність інактивації мікроорганізмів спостерігається в діапазоні хвиль 250 – 270 нм: на цю ділянку спектра припадає довжина хвилі, що генерується УФ-лампами низького тиску 254 нм.

Рекомендована доза УФ-опромінення, яка є основним критерієм ефективності знезараження очищеної стічної води, також вимірюється на довжині 254 нм і становить 30 мДж/см<sup>2</sup> [16].

Знезаражуюча дія ультрафіолету заснована на незворотних пошкодженнях нуклеїнових кислот ДНК і РНК. При розмноженні мікроорганізму відбувається подвоєння молекули нуклеїнової кислоти. УФ-

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

випромінювання на довжині 254 нм ефективно поглинається нуклеїновими кислотами.

У результаті УФ-впливу в структурі нуклеїнових кислот утворюються зшивання, які унеможливають подвоєння ДНК / РНК, а отже, виключає можливість розмноження мікроорганізму. Інактивований таким чином мікроорганізм не представляє небезпеки для живих організмів.

Бактерицидний ультрафіолет вибірково діє тільки на мікроорганізми, не надаючи вплив на хімічний склад середовища, що має місце при використанні хімічних дезінфектантів.

Перевагами УФ-зnezараження є:

- УФ-опромінення летально для більшості бактерій, вірусів, спор і паразитарних найпростіших. Воно знищує збудників таких інфекційних хвороб, як тиф, холера, дизентерія, вірусний гепатит, поліомієліт та ін. УФ-випромінювання інактивує мікроорганізми, стійкі до хлорування;

- зnezараження ультрафіолетом відбувається за рахунок фотохімічних реакцій всередині мікроорганізмів, тому на його ефективність зміна характеристик води надає набагато менший вплив, ніж при зnezараженні хімічними реагентами. Зокрема, на вплив УФ-випромінювання на мікроорганізми не впливають рН і температура води;

- на відміну від хлорування і озонування після впливу УФ-випромінювання у воді не утворюється шкідливих органічних сполук навіть у разі багаторазового перевищення необхідної дози;

- УФ-випромінювання не впливає на органолептичні властивості води (запах, присмак);

- час зnezараження при УФ-опроміненні становить 1–10с в проточному режимі, тому відсутня необхідність у створенні контактних ємностей;

- сучасні УФ-лампи і пускорегулююча апаратура до них випускаються серійно, мають високий експлуатаційний ресурс;

- метод безпечний для людей, відсутня необхідність створення складів токсичних хлорвмісних реагентів, які потребують дотримання спеціальних

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

заходів технічної та екологічної безпеки, що підвищує надійність систем водопостачання і каналізації в цілому;

– УФ-обладнання компактно, вимагає мінімальних площ, його впровадження можливе в діючі технологічні процеси очисних споруд без їх зупинки, з мінімальними обсягами будівельно-монтажних робіт;

– простота в експлуатації. Потрібні тільки періодичне очищення поверхні кварцових чохлав і заміна ламп в міру вироблення ресурсу, не потрібно застосовувати допоміжні пристрої і спеціальний обслуговуючий персонал;

– процес УФ-знезараження може бути легко автоматизований;

– немає корозії технологічного обладнання;

– для знезараження УФ-випромінюванням характерні нижчі, ніж при хлоруванні і тим більше озонуванні, експлуатаційні витрати. Це пов'язано з порівняно невеликими витратами електроенергії (10–30 Вт на 1м<sup>3</sup> оброблюваної води).

УФ–випромінювання ефективно руйнує мікроорганізми шляхом зміни генетичної інформації ДНК, що призводить до загибелі понад 99,99% усіх патогенних мікроорганізмів у стічній воді. Як джерело УФ–випромінювання застосовують спеціальні ртутно – кварцові та ртутно–аргонові лампи з увіюлевим склом, яке має підвищену прозорість у зоні УФ–спектра.

УФ–випромінювання ефективно тільки при знезараженні стічних вод, які пройшли якісне біологічне очищення або доочищення на крупнозернистих фільтрах.

Для обробки стічних вод УФ–випромінюванням застосовують установки з зануреними та незануреними джерелами випромінювання. Установки напірного типу малопотужні й прості. Вони складаються з корпусу, в якому розташована УФ–лампа, поміщена в захисний кварцовий чохол.

Більшість бактерицидних УФ–установок призначені для знезараження невеликих обсягів стічних вод. Вони являють собою камеру опромінення у вигляді труби невеликого діаметра, куди вмонтоване джерело УФ–випромінювання, поміщене у захисний кварцовий кожух. В одній камері УФ–

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

випромінювання монтуються 1–3 лампи й пропускна здатність такої камери не перевищує 50 м<sup>3</sup>/год.

Для знезаражування води доцільно використовувати лампи низького тиску, що характеризуються відсутністю високотемпературних ефектів і простотою пускорегулюючої електроапаратури. Водозанурені установки касетного типу з використанням ртутних ламп низького тиску вирішують проблему знезаражування стічних вод перед випуском їх у водойми [16, 19, 20].

Очищені стічні води після знезараження відводяться по закритому трубопроводу або відкритому каналу до місця спуску у водойму.

Відвідний канал зазвичай закінчується береговим колодязем, з якого води спускаються безпосередньо у водойму через випуск, наявний в місцях з підвищеною турбулентністю потоку (звуженнях, притоках, порогах і ін.). Основне завдання при влаштуванні випуску – досягнення найбільш повного змішання води, яка випускається з водою водойми, щоб отримати найбільшу розведення стічних вод, які містять ще деяку кількість забруднень.

Залежно від форми і режиму ділянки річки при скиданні в неї очищених стічних вод влаштовують береговий або русловий випуск; останній може бути зосередженим або розосередженим.

При скиданні очищеної рідини в море або водосховище влаштовують берегові або глибоководні випуски.

Пристрій берегового випуску простіше, однак ступінь розведення менше, ніж при русловому випуску.

Розосереджений випуск (кожен випуск закінчується оголовком) забезпечує краще змішування стічної води з водою водойми.

Швидкості течії у підводній частині випуску слід призначати не менше 0,7 м/с для запобігання його від замулювання.

Отвори оголовка розташовують на відстані 0,5–1 м від дна щоб уникнути розмиву дна або занесення оголовка.

Відстань від нижньої поверхні льоду до отворів повинно бути не менше 0,5–1 м.

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

При випуску стічних вод у море місце випуску має бути розташоване за межами сельбищної частини і вибрано так, щоб був забезпечений винесення випускаються стічних вод від населеного місця морською течією. Довжина випуску до встановленої глибини закладення його гирлової частини повинна бути найменшою, випускні отвори розташовують на глибині не менше 1 м від рівня води при відпливі і не менше 1 м від дна моря.

Випуск в річку розташовується на певній відстані (вниз за течією) від кордонів каналізуемого населеного місця, водоприймальних споруд для господарсько-питних цілей, ділянок водойми, що використовуються для спортивних цілей і купання [2].

При випуску стічних вод у потужні річки і особливо в озера або моря може виявитися можливим з санітарної точки зору і доцільним за економічними показниками обмежитися механічною очисткою і знезараженням стічних вод з подальшим випуском їх далеко від берега замість повної біохімічної очистки стічних вод і випуску їх поблизу берега. Варіант вибирають в кожному випадку на основі техніко-економічного їх порівняння.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Основним джерелом біологічного забруднення водою є комунальні стічні води. Сучасні очисні споруди в значній мірі дозволяють не тільки позбутися органічних забруднень, але й патогенної мікрофлори. Вдосконалення систем очищення дозволяє додатково знизити бактеріальне забруднення та підвищити якість води. Однак, не дивлячись на зниження вмісту бактерій і вірусів у стічних водах, навіть самі високоефективні очисні споруди не забезпечують належної дезінфекції стоків без застосування спеціальних заходів знезараження.

Вимоги до якості поверхневих вод представлені у таблиці 4.1:

Таблиця 4.1

Показник	Категорія водокористування	
	Для питного та господарсько побутового водопостачання, а також харчових підприємств	Для рекреаційного водокористування, а також в межах населених місць
Збудники кишкових інфекцій	Вода не повинна містити збудників кишкових інфекцій	
Життєздатні яйця гельмінтів (аскарид та ін., ) цисти патогенних кишкових найпростіших	Не повинні міститися в 25 л води	
Термотолерантні поліморфні бактерії	Не більш ніж 100КОЕ/100мл*	Не більш ніж 100КОЕ/100мл
Загальні коліморфні бактерії	Не більш ніж 1000 КОЕ/100мл*	Не більш ніж 500 КОЕ/100мл
Коліфаги	Не більш ніж 10БОЕ/100мл*	Не більш ніж 10БОЕ/100мл

СЮ\*-при нецентралізованому водопостачанні вода підлягає знезараженню.

В неочищених стічних водах міститься велика кількість патогенних мікроорганізмів, які при проходженні всіх стадій технологічного процесу очищення знезаражуються.

<i>PM 00.01.13</i>					
Змін	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.	Каритний Ю.А				
Перевір.	Блінова Н.К.				
Реценз.					
Н. Контр.					
Затверд.	Суворін О.В.				
Порівняльна характеристика методів знезараження стічних вод			Лім.	Лист	Листів
			СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм		

В таблиці 4.2 показаний процент зниження бактеріального забруднення на кожному етапі технологічного процесу.

Таблиця 4.2 Зниження мікробного забруднення по стадіях технологічного процесу

Стадія	Зниження мікробного забруднення, %
Решітки	до 10
Піскоуловлювачі	10-25
Первинні відстійники	25-30
Біологічні ставки	96-98
Біофільтри	90-95
Аеротенки	90-95
Споруди знезараження	99,9

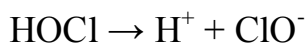
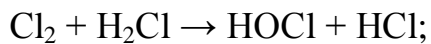
Дезінфекція або знезараження води - важлива складова, яка забезпечує безпеку її для водойми, в якій вона буде скинута. Дезінфекція, тобто знищення мікроорганізмів, є заключним етапом очищення стічних вод. Для знезараження можуть застосовуватися найрізноманітніші способи: ультрафіолетове опромінення, дія змінного струму, ультразвук, гамма-опромінення, хлорування.

Найбільш часто використовується після очисних споруд метод хлорування. Хлорування буває різним: подвійним, суперхлорування, з преамонізацією. Останнє необхідно для попередження неприємного запаху. Суперхлорування передбачає вплив дуже великих доз хлору. Подвійна дія полягає в тому, що хлорування здійснюється в 2 етапи. Це більш характерно для водопідготовки. Метод хлорування води з каналізації дуже ефективний, крім того, хлор має ефект післядії, чим не можуть похвалитися інші методи очищення.

Бактеріцидна дія хлор реагентів пов'язана з їх величиною окислювально-відновлювального потенціалу, та збільчується в ряду:

Гіпохлорити → Хлор → Діоксид хлору

При додаванні  $\text{Cl}_2$  протікають реакції:



Хімічну активність і бактеріальну дію, як молекули, мають  $\text{HOCl}$ , так і  $\text{ClO}^-$ . Разом  $\text{HOCl} + \text{ClO}^- + \text{Cl}_2$  прийнято називати - активний хлор. Стан активного хлору залежить від рН середовища. В діапазоні 4 – 6,5 активний хлор представлений у формі  $\text{HOCl}$ , а при рН більш ніж 8,5 – у формі  $\text{ClO}^-$ .

При використанні для знезараження хлору у воді утворюються дуже токсичні хлорорганічні речовини. Його використання є обґрунтованим, якщо йдеться про підготовку води до централізованого водокористування. Незалежно від технології знезараження (озон, УФВ) питних вод, при потраплянні в зношену розподільчу систему (яку мають практично всі міста пострадянського простору) обробка хлором завдяки наявності ефекту післядії обов'язкова. Стічні води, навпаки, потрапляючи після знезараження хлором у водойми згубно діють на природні мікробіоценози, на гідробіонтів в цілому.

Відносно стійки до хлору ентеровіруси, цисти найпростіших, спори бактерій, синьогнійна паличка.

Озонування. Знезаражувана дія озону основана на його високій окислювальній здатності (Рис.4.1). Озон більш сильний окислювач ніж хлор, він здатен вилучати інші забруднення води, такі як колірність, запах, феноли, нафтопродукти, ПАВ.



Рис. 4.1 Механізм дії озону

									Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					



Озон володіє високою біоцидною дією, особливо відносно вірусів та цист найпростіших.

УФВ (ультрафіолетове випромінювання) - дуже ефективний спосіб, за допомогою якого знищується приблизно 99% всіх мікроорганізмів, в тому числі бактерій, вірусів, найпростіших, яєць гельмінтів. Він заснований на здатності руйнувати мембрану бактерій. Але цей метод не застосовується так широко. Крім того, його ефективність залежить від каламутності води, вмісту в ній зважених речовин. Також, лампи УФО досить швидко покриваються нальотом змінеральних і біологічних речовин. Для запобігання цьому передбачені спеціальні випромінювачі ультразвукових хвиль.

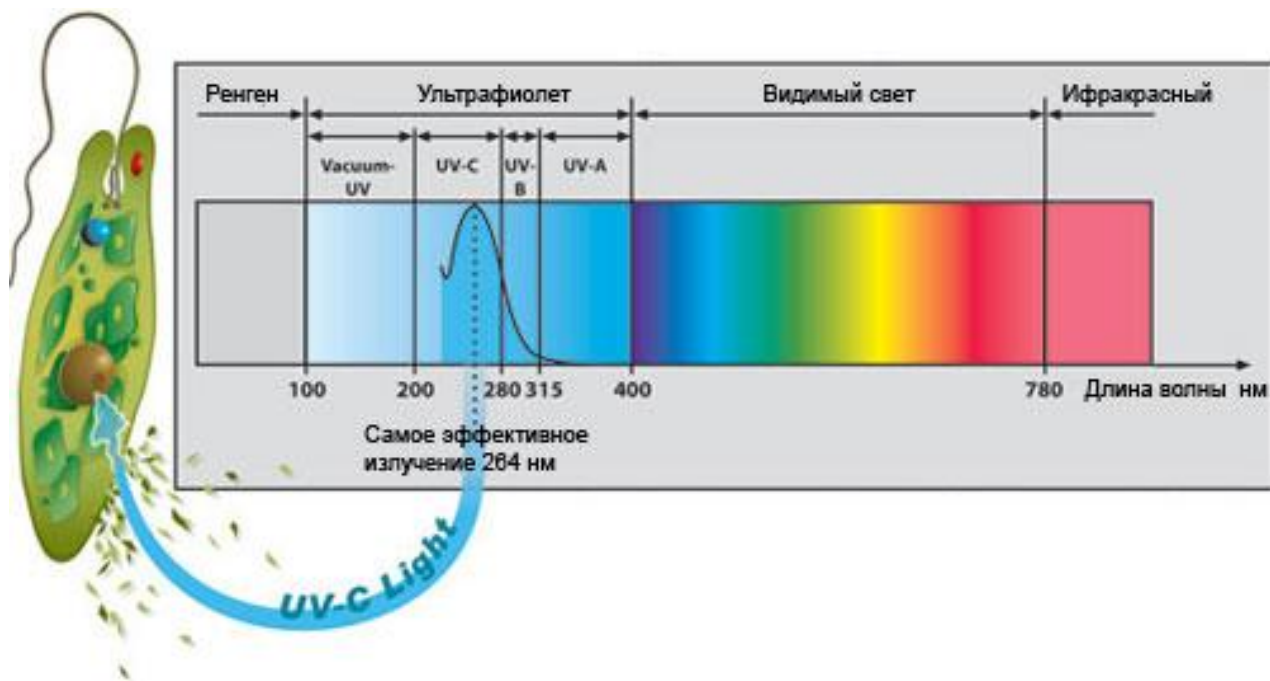


Рис.4.2 Механізм дії ультрафіолетового випромінювання

Ультрафіолетові промені з довжиною хвилі від 220 до 280 нм згубно впливають на бактерії (Рис.4.2). Їх використовують в спеціальних бактерицидних установках, які знезаражують води. Джерело таких УФ променів - ультрафіолетова лампа для знезараження води, яка встановлюється в кварцовий чохол. Завдяки чохлу в лампу не влучає вода, але легко пропускаються УФ промені. Процес знезараження відбувається в той момент, коли вода протікає проміж корпусу і чохла.

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Ефективність ультрафіолетового знезараження води визначається реальною дозою отриманого бактеріями і мікроорганізмами УФ-випромінювання  $D$  (мДж /  $\text{cm}^2$ ). Дозою бактерицидного УФ випромінювання називається кількість бактерицидної УФ енергії, що проходить через певну площу поверхні в певний проміжок часу.

$D$  – добуток інтенсивності потоку бактерицидних променів на тривалість опромінення:

$$D = E \cdot t,$$

де  $E$  - інтенсивність потоку ультрафіолетового випромінювання мВт/ $\text{cm}^2$ ;

$t$  - час впливу, с.

Величина УФ дози залежить від часу і інтенсивності ультрафіолетового опромінювання. Інтенсивність ультрафіолетового опромінювання залежить від типу УФ лампи, терміну її експлуатації, прозорості навколишнього середовища і від відстані від УФ лампи до опромінюваної поверхні. Час впливу на мікроорганізми залежить від чутливості різних типів мікроорганізмів до УФ випромінюванню.

Доза опромінення сильно залежить від товщини шару оброблюваної води, її каламутності, кольоровості, вмісту заліза, марганцю, фенолу, сумарно визначають коефіцієнт  $\alpha$  поглинання і розсіювання водою УФ променів.

Процеси загибелі бактерій і мікроорганізмів під впливом УФ випромінювання описуються залежністю:

$$P = P_0 \cdot 10^{-(E \cdot T / k)},$$

де  $P_0$  і  $P$  - відповідно число бактерій до і після знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням;

$E$  - інтенсивність потоку ультрафіолетового випромінювання;

$T$  - час впливу УФ променів на бактерії / мікроорганізми;

$k$  - коефіцієнт опірності бактерій руйнівному впливу УФ променів.

Ступінь знезараження залежить від дози випромінювання, або відношення кількості живих мікроорганізмів  $N$  після випромінювання до їх вихідного значення  $N_0$  залежить від дози випромінювання як показано в рівнянні:

$$N / N_0 = 10^{-kD},$$

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

де значення коефіцієнту пропорційності  $k$  залежить від виду мікроорганізмів та визначено в лабораторних умовах.

Маркером ефективності і надійності обробки ультрафіолетовим випромінюванням, як і при знезараженні хлором і озонування, прийнято рахувати зниження вмісту бактерій груп кишкової палички (БГКП), найстійкіших до фізичних і хімічних методів знезараження.

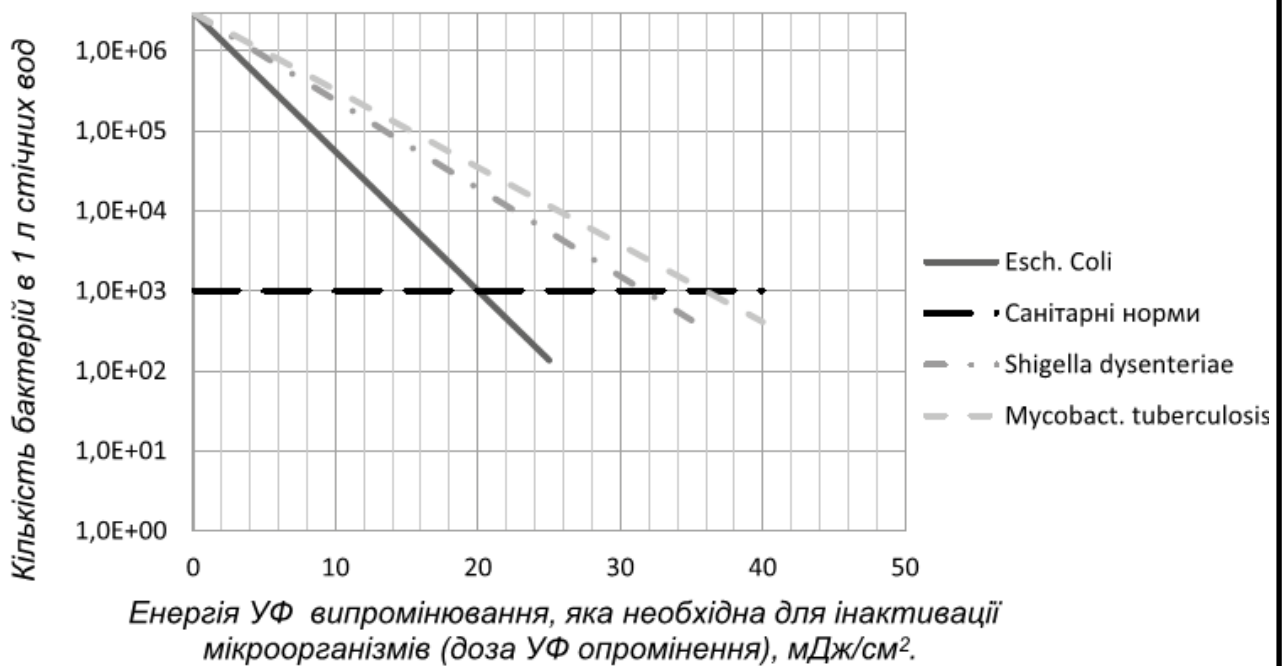


Рис.4.3 Зниження кількості бактерій в 1 л води в залежності від дози УФ випромінювання.

Встановлені порогові показники якості води, що спрямовується на УФ знезараження:

- каламутність - не більше 2 мг / л (прозорість по шрифту  $\geq 30$  градусів);
- кольоровість - не більше 20 градусів (за платінокобальтовій шкалі);
- вміст заліза ( $Fe_{заг}$ ) - не більше 0,3 мг / л (за СанПіН 2.1.4.1074 - 01) і 1 мг / л (за технологією установок УФ);

колі-індекс (вміст бактерій групи E - коли з найбільшою опірністю до впливу УФ променів) - не більше 10 000 шт / л.

Важливим показником є також показник поглинання УФ-випромінювання розчинених у воді речовин. При цьому інтенсивність випромінювання різко падає на протязі проникнення променя в глиб рідини.

Ослаблення інтенсивності випромінювання описується законом Бугера-Ламберта-Бера:

$$I = I_0 e^{-\alpha x};$$

де  $I_0$ - інтенсивність УФ-випромінювання, що падає на поверхню води;

$I$  - інтенсивність на глибині  $x$ ,

$\alpha$  - коефіцієнт поглинання водою УФ-випромінювання.

Коефіцієнт пропускання води визначає частку УФ-випромінювання з довжиною хвилі 254 нм, що пропускається шаром води завтовшки в 1 см, і становить зазвичай 40-70% для очищених стічних вод і 50-80% для доочищених стічних вод.

В таблиці 4.3 наводиться порівняльний аналіз трьох найбільш часто використовуваних методів знезараження – хлорування, озонування та обробка ультрафіолетовим випромінюванням.

Таким чином, як найбільш ефективний, надійний, простий в експлуатації, екологічно чистий метод знезараження признаний метод УФВ.

Останнім часом, серед нових технологій по очистці та знезараженню води найбільш перспективними є методи окислювання, що об'єднані терміном АОП (Advance Oxidation Processes), які охоплюють великий діапазон фізичних та хімічних методів, здатних не тільки знезаражувати, але й очищувати від низьких концентрацій забруднювачів. За допомогою цих методів відмічається висока якість знезараження, яка обумовлена синергічним ефектом. Особливо перспективне застосування Ультрафіолет-озонової технології для очищення та знезараження води, так як під впливом ультрафіолету відбувається фотокаталітичне розкладення озона, процес впливу УФ-променів на пероксид водню такий саме як і на озон. За рахунок поглинання бактеріальними клітинами УФ-променів та впливу на них  $H_2O_2$  радикалів, що утворилися, значно підсилюється знезаражувальна дія.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 Порівняння методів знезараження

Метод	Переваги методу	Недоліки методу	Механізм впливу
<p><u>Хлорування</u> 1.Газоподібний хлор)</p>	<p>Низька собівартість знезараження води, простота проведення процесу хлорування, висока дезінфікуюча здатність. Діє не тільки на мікроорганізми, а й на органічні речовини, усуває присмаки і запахи води, кольоровість, не сприяє збільшенню каламутності, окисляє залізо і марганець.</p>	<p>Сильнодіюча отруйна речовина, необхідність зберігання великого запасу хлору, велика небезпека, утворення хлорорганічних сполук, які мають мутагенну та канцерогенну дію, висока корозійна активність дезінфектанту.</p>	<p>Пошкодження клітинної оболонки, руйнування нуклеїнових кислот, ферментних систем бактерій</p>
	<p>2.Діоксид хлору</p>	<p>Дезінфікуючі властивості сильніше, ніж у хлору, особливо при підвищених значеннях рН. Побічних речовин, одержуваних в результаті реакції з органічними забруднювачами води мало, не впливає на органо-лептичні і токсикологічні властивості води.</p>	<p>Вартість в 5 - 10 разів перевищує вартість газоподібного хлору, вибухонебезпечний в газоподібному стані.</p>
<p>Озонування</p>	<p>Знезаражуюча дія сильніше, ніж у хлору, не призводить до утворення хлорорганічних сполук. Окисляє двовалентне залізо, марганець, гумусові речовини, які надають воді жовтуватий відтінок. Розщеплює великий спектр речовин, що сприяють появі неприємного присмаку і запаху. Впливає на сірчисті сполуки (сірководень), феноли.</p>	<p>Озон отруйний і вибухонебезпечний у всіх агрегатних станах (клас небезпеки - I). ГДК<sub>крз</sub> не більше 0,1 мг/м<sup>3</sup>. Генерація озону - енерговитратний процес, а установки знезараження води озonom дорого.</p>	<p>Руйнування протоплазми, клітинних оболонок, мембран бактерій, протеїнових оболонок вірусів</p>
<p>УФВ</p>	<p>Висока ефективність знезараження, особливо для вірусів, відносно низькі експлуатаційні затрати, компактність, надійність простота в роботі установок, мінімальний час дії випромінювання (сек).</p>	<p>Порівняно дорогий спосіб з падінням ефективності при обробці каламутної або кольорової води, необхідність періодичного відмивання ламп від нальотів осадів, які можуть утворюватися при коагуляції, фільтрації або не стабільній воді, є ризики вторинного зараження води.</p>	<p>Порушення структури ДНК, РНК, проникнення мембран. Кількість знешкоджених мікроорганізмів експоненціально зростає зі збільшенням дози опромінення. УФ знезараження води впливає на віруси, бактерії, гриби і їх спори.</p>

## 5. ДООЧИСТКА ТА ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СТІЧНИХ ВОД У ЦЕХУ НОПС НА ПРАТ «СЕВЕРОДОНЕЦЬКЕ ОБ'ЄДНАННЯ АЗОТ».

### 5.1 Вимоги будівельних норм до споруд доочистки

Згідно до ДБН В.2.5-75:2013. «Каналізація зовнішні мережі та споруди основні положення проектування» споруди глибокого очищення призначені для підвищення ступеня очищення стічних вод після основної стадії біологічного (або фізико-хімічного) очищення перед скиданням у водний об'єкт або повторним використанням їх у виробництві чи сільському господарстві [13].

Для глибокого очищення стічних вод можуть бути застосовані такі споруди:

- мікрофільтри, фільтри, проціджувачі та освітлювачі різних конструкцій для видалення завислих речовин, БСК і фосфору (з використанням різних видів реагентів і з визначенням місця та послідовності їх введення);
- біофільтри та біореактори різних конструкцій, багатоступеневі ставки, біологічні ставки з аерацією, ставки з ВВР, біоконвеєри, інші споруди для глибокого окиснення органічних і азотних забруднень;
- адсорбери, а також використання сильних окиснювачів для додаткового видалення залишків специфічних забруднювальних речовин (солей важких металів, органічних сполук, які біологічно не розкладаються, тощо).

При використанні для доочищення стічних вод мембранних біореакторів потрібно забезпечувати їх попереднє очищення відповідно до технічних вимог виробників мембранних установок.

При реагентному фільтруванні рекомендується швидкість фільтрування приймати не більше ніж 4 м/год.

Вибір типу і конструкцій споруд для глибокого біологічного

					<i>PM 00.01.13</i>		
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Каритний Ю.А</i>				<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Реценз.</i>					<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм</i>		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Суворін О.В.</i>						
					<i>Доочистка та знезараження стічних вод у цеху НОПС ПРАТ СО «АЗОТ»</i>		

очищення слід визначати техніко- економічними розрахунками з урахуванням початкових забруднень стічної води, вимог до ступеня їх очищення, рекомендацій науково-дослідних організацій, технічної документації виробників обладнання і досвіду експлуатації аналогічних об'єктів.

За необхідності додаткового насичення очищених стічних вод киснем перед випуском їх у водойму передбачають спеціальні пристрої: барботажні споруди, багатоступеневі водозливи-аератори, бистротоки тощо.

#### Знезараження стічних вод

Господарсько-побутові стічні води та їх суміші з виробничими стічними водами, що скидаються після очищення у водні об'єкти або використовуються для технічних цілей, повинні знезаражуватись. Знезараження виконується після біологічного очищення стічних вод, фізико-хімічного очищення або після глибокого очищення. Для знезараження допускається використання стаціонарних або пересувних установок [18].

Знезараження стічних вод рекомендується здійснювати ультрафіолетовим УФ-опромінюванням за результатами науково-технологічних досліджень його ефективності для цих стічних вод.

При реконструкції існуючих або проектуванні нових очисних споруд рекомендується застосовувати для знезараження хлоровмісні реагенти (хлор, хлорне вапно, гіпохлорит натрію або кальцію, монохлорамін, оксидантний газ, діоксид хлору тощо). Дехлорування знезараженої води перед скиданням у водний об'єкт потрібно передбачати (тіосульфатом натрію, діоксидом сірки тощо) відповідно до Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами.

Доза УФ-опромінювання визначається характером і якістю очищення стічних вод, її рекомендується приймати не менше ніж  $30 \text{ мДж/см}^2$ . В очищеній воді, спрямованій на знезараження, вміст завислих речовин і БСКповн не повинен перевищувати  $10 \text{ мг/дм}^3$ , ХСК -  $50 \text{ мг/дм}^3$ , число термотолерантних коліформних бактерій в  $1 \text{ дм}^3$  -  $5 \times 10^{-6} \text{ КУО/дм}^3$ , коліфагів -  $5 \times 10^{-4} \text{ БУО/дм}^3$ . При перевищенні допустимих рівнів хоча б за одним показником потрібно

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

проведення додаткових науково-технологічних досліджень. Тип устаткування, число робочих і резервних апаратів слід визначати за паспортними характеристиками, а також за технічною документацією виробників. За необхідності додаткового видалення крупнодисперсних домішок (після біопрудів) перед УФ-опромінюванням стічні води рекомендується проциджувати через сита, решітки тощо (з шириною прозору не більше ніж 1,4 мм) [16].

Розрахункову дозу активного хлору слід приймати з урахуванням хлоропоглинання стічних вод (з забезпеченням залишкового хлору в очищеній воді після контакту у кількості не менше ніж 1,5 мг/дм<sup>3</sup>). Для попередніх розрахунків можна приймати: дозу активного хлору після механічного очищення (допускається тільки при аваріях) - 10 мг/дм, після біологічного і фізико-хімічного очищення - 5 мг/дм<sup>3</sup>, після глибокого очищення - 3 мг/дм<sup>3</sup>.

Епідбезпечною вважається вода, в якій після знезараження колі-індекс не більше 1000 (колі-титр - 1) та індекс колифагів не більше 1000 БУО у 1 дм.

Сумарну тривалість контакту хлору з водою у відповідній системі (резервуарах, лотках, каналах і трубопроводах) до випуску у водний об'єкт слід приймати не менше 30 хв.

Число контактних резервуарів приймають не менше двох. Допускається передбачати барботаж води стисненим повітрям при інтенсивності 0,5 м/(м • год). Кількість осаду, що випадає у контактних резервуарах після споруд біологічного очищення, можна приймати 0,5 л на 1 м стічної води при вологості 98 %.

Хлорне господарство станцій очищення стічних вод повинно забезпечувати можливість збільшення розрахункової дози хлору в 1,5 раза без зміни місткості складу.

При підвищених вимогах до якості знезараження води може застосовуватися озон. Проектування установок знезараження води з використанням озону слід виконувати за результатами науково-технічних досліджень та технічної документації виробників обладнання.

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ



Для попередніх розрахунків дози озону можуть становити для очищених стічних вод від 18 мг/дм до 20 мг/дм , для доочищених стічних вод - не менше ніж 12 мг/дм .

## 5.2 Загальна характеристика виробництва

Комплекс споруд біологічного очищення ПрАТ «Об'єднання Азот» у складі цеху нейтралізації та очищення промислових стоків (НОПС) призначений для прийому та очищення побутових і промислових стічних вод підприємств м.Севєродонецьк, хімічно забруднених і побутових стічних вод "Севєродонецького Об'єднання АЗОТ" та інших сторонніх організацій, що знаходяться на майданчику підприємства [21].

Тип водовідведення комунальних стічних вод м.Севєродонецька та промислових стоків на підприємстві ПрАТ «АЗОТ» комплексний, який включає класичні стадії – механічної, біологічної очистки та глибокої доочистки. На спорудах БХО цеху НОПС відбувається первинна механічна очистка стічних вод та повна біохімічна. Очищені стічні води піддаються доочищенню і знезараженню хлором, а далі прямують в цех зовнішнього водопостачання ПрАТ "Об'єднання Азот".

Склад споруд, що входить в комплекс БХО:

Будівництво комплексу очисних споруд здійснювалося в міру розвитку «Об'єднання Азот» і м.Севєродонецька послідовно в чотири черги.

Перша черга комплексу введена в експлуатацію в 1963 році у складі виробництва ацетилену.

Друга черга введена в експлуатацію в 1966 році у складі виробництва вінілацетата і його похідних.

Третя черга очисних споруд введена в експлуатацію в 1978 році у складі виробництва поліетилену високого тиску.

Четверта черга БХО введена в експлуатацію в 1988 році у складі виробництва себацінової кислоти.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Проектна продуктивність споруд БХО по чергах будівництва становить:

I черга - 26000 м<sup>3</sup> / добу;

II черга - 60000 м<sup>3</sup> / добу;

III чергу - 27000 м<sup>3</sup> / добу.

У 1978 році сумарна проектна потужність комплексу БХО всіх трьох черг будівництва становила 113000 м<sup>3</sup> / добу.

IV чергу - розширення потужності до 200000 м<sup>3</sup> / добу з виділенням III черги з IV чергою в окрему схему для очищення висококонцентрованих стічних вод методом денітрифікації продуктивністю 40000 м<sup>3</sup> / добу.

Однак, в результаті проведених у 1990 році гідравлічних випробувань споруд була визначена продуктивність всіх стадій біологічного очищення - 154000 м<sup>3</sup> / добу (акт від 30.05 1990 р), у тому числі по чергах:

I черга - 2250 м<sup>3</sup> / год; 54000 м<sup>3</sup> / добу.

II черга - 2500 м<sup>3</sup> / год; 60000 м<sup>3</sup> / добу.

III і IV черги - 1666 м<sup>3</sup> / год; 40000 м<sup>3</sup> / добу.

В даний час з чотирьох черг БХО знаходяться в роботі озброєння ИДИ, IV черг і вузли механічного очищення I - II черг будівництва.

I черга БХО і I черга механічного очищення промислових стічних рід за рішенням технічної наради від 21.10.02г. виведені з експлуатації.

Гранична, економічно виправдана потужність споруд:

II черги - 60000 м<sup>3</sup> / добу (проектна потужність);

III черги - 40000 м<sup>3</sup> / добу (проектна потужність);

I - IV черзі - 19248 м<sup>3</sup> / добу (за розпорядженням №91).

Мінімальна, стійка потужність споруд:

II черги - 43200 м<sup>3</sup> / добу (дані НИО - 8);

III черги - 16200 м<sup>3</sup> / добу (факт);

IV черзі - 9000 м<sup>3</sup> / добу (факт),

Кількість технологічних ліній дві. Перша лінія – забруднені стічні води ПрАТ «Об'єднання Азот», друга лінія - суміш побутових і промислових стічних вод м.Сєвєродонецька і побутових стічних вод ПрАТ «Об'єднання Азот»

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Очищення стічних вод здійснюється методом біологічної нітрифікації і денітрифікації, який заснований на здатності мікроорганізмів трансформувати зв'язаний азот шляхом нітрифікації і подальшої денітрифікації азотовмісних речовин з різною формою пов'язаного азоту до молекулярного азоту.

Біологічна нітрифікація і денітрифікація компонентів стічних вод заснована на окислювально-відновних процесах, здійснюваних мікроорганізмами біоценозу активного мулу, і полягає в окисненні азоту органічних сполук до іона амонію і далі до нітритів і нітратів з подальшим відновленням останніх до молекулярного азоту. Редукція нітратів пов'язана з окисненням органічних сполук.

Проект реконструкції споруд БХО виконаний ДП «Укрводоканалпроект», м.Київ в 1983-1988 рр. по IV черги будівництва.

Склад споруджень комплексу БХО цеху НОПС [21]:

Таблиця 5.1

Найменування споруд	№ поз.	Знаходиться в роботі	
		2007р	2011р
1	2	3	4
<u>I Механічна очистка побутових стоків, у т.ч.:</u>			
- Мехочистка I черги			
Будівля механічних решіток	1	1	1
Піскоулавлювачі (2 пісколовки)	2/9 ÷ 12	4	4
Первинні відстійники вертикальні Ø	3/5 ÷ 12	4	8
Шлаковідвал		1	1
Змішувач	5	1	1
- Мехочистка II черги			
Будівля механічних решіток	1а	1	1
Песколовки	2/1 ÷ 8	4	8
Первинні відстійники радіальні Ø20 м	3/1-4	4	4
Установка зневоднення піску (Гідроелеваторная камера)	39	1	1
<u>II Механічна очистка хімзабруднених стічних вод II черги</u>			
Усереднювач №2	23	1	1
Первинні відстійники радіальні Ø20 м	4/1-4	4	4
<u>III Біологічна очистка побутових стоків II черги</u>			
Аеротенки	8а/9 ÷ 12	3	4
Вторинні відстійники радіальні Ø20 м	12/5 ÷ 12	7	8

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 5. 1

1	2	3	4
<u>IV Біологічна очистка хімзабруднених стічних вод III і IV черги</u>			
Аеротенки	31/13, 32/14	1	2
Вторинні відстійники радіальні Ø24м	33/13,14	1	2
Аеротенки	42/15,16	1	2
Вторинні відстійники радіальні Ø24 м	44/15,16	2	2
Денітрифікатор	40/1,2	1	В
Вторинні відстійники денітрифікатора	41/17,18	1	В
Насосна станція підкачки стоків	35	1	1
<u>V Насосно-компресорна станція з мулоущільнювачів</u>			
Насосно-компресорна станція	60	1	1
Мулоущільнювачі надлишкового мулу	61/4,5	1	2
<u>VI Стабілізація і обезвожування осаду</u>			
Установка зневоднення осаду	51	1	1
Мулоущільнювачі сирого осаду	50/1,2	1	2
Резервуари надмулової води	49/1,2	2	2
Мулові майданчики	17/1-	10	10
Компостні майданчики	75/1,2	2	2
Аеробний стабілізатор сирого осаду і надлишкового мулу	64	1	1
<u>VII Мулові насосні станції, мулоущільнювачі</u>			
Мулова насосна станція	11	1	1
Насосна станція надлишкового	63	1	1
Мулоущільнювачі надлишкового мулу	15/1÷3	1	3
<u>VIII Фільтрувальна станція</u>			
Фільтрувальна станція	45	1	1
Резервуар чистої води для промивки	46/1	1	1
Резервуар регенераційних вод	46/2	1	1
Приймально-усмоктувальна камера	46/3	1	1
Контактний резервуар	76	1	1

Продовження таблиці 5. 1

1	2	3	4
<u>ІХ Допоміжні споруди</u>			
Насосна станція освітленої води	13	1	1
Насосна станція дощових вод	101	1	1
Хлораторна	38а	1	1
Компресорна станція	10	1	1
Приканальна насосна	1/1	1	1
Накопичувач дощових вод	59	1	1
Шламонакоплювач №1		1	1
Ерліфти			
Буферні ставки		1	1

5.3 Характеристика вихідної сировини, продукції, що випускається  
Характеристика вихідної сировини , матеріалів і напівпродуктів.

На очисні спорудження БХО надходять 9 потоків промислових і побутових стічних вод м. Северодонецька, ПрАТ «Северодонецьке об'єднання Азот» і інших промислових підприємств міста :

Потік №1 отпарний конденсат цеху №1А, 1 Б-Б- 1440,0 м<sup>3</sup> /доб.

Потік №2 стічні води після ФХО -5280,0м<sup>3</sup> /доб.

Потік №3 стічні води виробництва № 2 -1200,0м<sup>3</sup> /доб.

Потік №4 стічні води ТОВ НПК «Алвіго- КС»- 240,0м<sup>3</sup> /доб.

Потік №5 стічні води після ППЦ.

Потік №6 стічні води після ППВ 720,0м<sup>3</sup> /доб.

Потік №7 побутові й стічні води м. Северодонецька -7200,0м<sup>3</sup> /доб.

Потік № 8 побутові й стічні води ПрАТ «Северодонецьке об'єднання Азот»- 36000,0м<sup>3</sup> /доб.

Потік №9 стічна вода зі шламонакопичувача 720,0м<sup>3</sup> /доб.

Ортофосфорна кислота ТУ В 6-05766356.037-98.

Рідкий хлор ДСТУ 6718-93, витрата за 2007г на 1000м<sup>3</sup> побутових і промислових стоків - 0,014 т.

Тіосульфат натрію ГОСТ 244-76. витрата за 2007г на 1000м<sup>3</sup> побутових і промислових стоків -0,0005 т.

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Сода кальцинована ГОСТ 5100-85 витрата за 2007г на 1000м<sup>3</sup> побутових і промислових стоків -0,0001 т.

ГОСТ 13032-77 витрата за 2007г на 1000м<sup>3</sup> побутових і промислових стоків - 0,001 т.

Водяний розчин адипатів натрію витрата за 2007г на 1000 м<sup>3</sup> побутових й промислових стоків -13, 28 т.

Основні фізико-хімічні та бактеріологічні властивості продукції, що випускається наведені в табл. 5.2.

Технічні вимоги до очищеного і знезараженого стоку визначені згідно з такими документами:

- Вихідні дані НДО-8 ДНДП «Хімтехнологія» (госпдоговір №1817-2000, книги, 3, 6, 7, 8, 9);

- № 205 Розпорядження від 18.10.2006р про зміну норм вмісту шкідливих речовин у стічних водах ПрАТ «Севєродонецьке об'єднання Азот»;

- Гранично - допустимий скид (ГДС) речовин у водний об'єкт зі зворотними водами підприємств, організацій, установок від 1.01.2004р.;

- Тимчасово погоджений скид речовин (ТПС) в зворотних водах ПрАТ «Севєродонецьке об'єднання Азот» від 1.01.2004р.

- Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України (Наказ №37 від 19.02.2002р);

- СанПіН 4630-88 «Санітарні правила та норми охорони поверхневих вод від забруднення».

Очищені і знезаражені стічні води подаються в цех зовнішнього водопостачання (ЗВП) ПрАТ «Севєродонецьке об'єднання Азот».

Продукцією комплексу споруд БХО є стічні води, що пройшли механічне очищення, біохімічне очищення, стадії доочистки в біологічних ставках, фільтрувальної станції. Так як в цеху НОПС проходять очистку побутові стічні води, після всіх стадій очистки вони, згідно до існуючого законодавства повинні бути знезаражені.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2

Основні показники складу очищених стічних вод при скиданні у  
Сіверський Донець

Показники складу очищених стічних вод	Припустима кількість забруднень	Припустима концентрація стічних вод у р. Сіверський Донець (спеціальне водокористування № Укр. 751 Луг. Випуск № 1)
1	2	3
Температура, °С	Не більше 28	5
Прозорість, см	Не менш 18	10
Запах, бали	Не більше 2	Не більше 2
Кольоровість, °	Не більше 20	
Водневий показник, рН	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Розчинений кисень, мг/дм <sup>3</sup>	Не менш 4	Не менш 4
ХСК, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Не більше 50	21,5
БСК, мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	Не більше 6,5	3,31
Масові концентрації, мг/дм <sup>3</sup>		
Зависла речовина	Не більше 20	20,6
Азот амонійний	Не більше 1,3	1,3
Азот нітратний	Не більше 9	8,37
Азот нітритний	Не більше 0,14	0,142
Сухий залишок	Не більше 1200	1214,6
Сульфати	Не більше 400	400
Хлориди	Не більше 200	201,43
Формальдегід	Не більше 0,02	0,02
Метанол	Не більше 0,1	0,1
СПАР	Не більше 0,11	0,114
Нафтопродукти	Не більше 0,18	0,184
Фосфати	Не більше 2,8	2,84
Залізо	Не більше 0,15	0,1
Мідь	Не більше 0,013	0,0137
Свинець	Не більше 0,03	0,03
Цинк	Не більше 0,016	0,016
Нікель	Не більше 0,023	0,023
Хром + <sup>3</sup>	Не більше 0,013	0,0134
Хром + <sup>6</sup>	Не більше 0,0066	0,0066
Алюміній	Не більше 0,023	0,0232
МАФAM	Не більше 1800	
ЛКП (індекс), дм <sup>3</sup>	Не більше 10000	10000
Коліфаги, у дм <sup>3</sup>	Не більше 100	Не більше 100
Життєздатні яйця гельмінтів	Відсутні	відсутні

#### 5.4 Опис технологічної схеми

Глибоке доочищення стічних вод в буферних ставках засновано на механізмах самоочищення, існуючих в природних водоймах, так як з біологічних очисних споруд ставки максимально наближені до таких. Маючи високий рівень бактеріального самоочищення, є підстави вважати біологічні ставки ефективними і відносно патогенних вірусів. Процеси самоочищення в ставках протікають при достатньому насиченні води киснем і оптимальних для водних організмів рН середовища і температурі. Тому робота біологічних ставків залежить від кліматичних умов і пори року. Збагачення киснем відбувається головним чином за рахунок розвинення фітопланктону і здійснюваного ним фотосинтезу. При масовому розвитку планктонних водоростей фотосинтетична аерація, що сприяє бактеріальному окисленню і мінералізації органічних речовин, стає важливим фактором самоочищення. Біологічні ставки сприяють зниженню залишкових кількостей специфічних забруднювачів, таких як ХСК, азот амонійний, нітратний, фосфати.

Процес біохімічної очистки стічних вод, що надходять на споруди БХО, цеху НОПС складається з наступних стадій:

- фізико-хімічна очистка;
- біологічна очистка промислових стічних вод;
- механічна очистка побутових стічних вод;
- біологічна очистка побутових стічних вод;
- доочищення;
- знезараження;
- обробка осадів.

Стічні води піддаються біологічному очищенню двома потоками.

Перший потік - промислові стічні води об'єднання, другий потік - суміш побутових і промислових стічних вод м. Сєверодонецька і побутових стічних вод ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання Азот».

Метод є економічно прийнятним і дозволяє очищати практично будь-які кількості стоків, що містять речовини з різною формою зв'язаного азоту.

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ



Очищення стічних вод на спорудженнях БХО здійснюються 2 потоками:

- перший потік - промислові стічні води ЗАТ «Северодонецьке об'єднання Азот» від цехів підприємств і локальних установок очищення;

- другий потік - суміш побутових і промислових стічних вод м.Северодонецька, побутові і промислові стічні води ЗАТ «Северодонецьке об'єднання Азот».

Обидва потоки проходять послідовно механічне, біохімічне очищення, сумісне доочищення й знезаражування.

Промислові стічні води першого потоку після попереднього усереднення на локальних установках, розташованих безпосередньо на проммайданчику, направляються в усереднювач і первинні відстійники, де відбувається усереднення, взаємна нейтралізація й освітління промислових стоків підприємства. На промисловій площадці передбачене додаткове усереднення стічних вод виробництва №3 на існуючих спорудженнях ФХО -2, що виключає залпове скидання промислових стічних вод на спорудження БХО. З метою поліпшення якості очищення стічних вод перерозподілені потоки усередині споруджень БХО, освітлена вода після шламонакопичувача №1 і дренажні води подаються в усереднювач разом із промисловими стічними водами. Після механічного очищення, усереднені й освітлені стічні води подаються на біохімічне очищення, що включає дві послідовні стадії біологічного очищення в аеротенках. Шлам з відстійників періодично відкачується по існуючій системі в шламонакопичувач №1.

Біологічне очищення промислових стічних вод здійснюється у дві стадії : на першій стадії у денітрифікаторі стічні води методом біохімічної денітрифікації мікроорганізмами очищаються від сполук, які вміщують азот і значної частини органічних речовин.

Основними забрудненнями стічних вод є органічні речовини й залишкові кількості азотних сполук. Для забезпечення життєдіяльності мікроорганізмів у промислових стічних водах дозується ортофосфорна кислота, а як органічний

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

субстрат подаються відходи виробництва – адіпіновокислий натрій в кількості 1,5 м<sup>3</sup>/ рік. Мулова суміш після аеротенків надходить у вторинні відстійники для освітління й відділення активного мулу й далі іде на доочищення. Доочищення промислових стічних вод від біологічно «жорстких» органічних забруднень, що важко окисляються, здійснюється разом з побутовими стічними водами в аеротенках (III черги). Разом з очищеним другим потоком надходять на спорудження доочищення ( фільтрувальну станцію , буферні ставки).

Надлишковий активний мул після відстійників III і IV черги відділений від мулової системи побутових стоків і направляється по системах дренажів у голову механічного очищення промислових стічних вод і далі з пульпою у шламонакопичувач, що дозволить надалі проводити зневоднювання й утилізацію мулів побутового стоку. Передбачена роздільна механічна очистка побутових стічних вод м. Сєверодонецька і ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання Азот» (другий потік) : побутові стічні води об'єднання проходять очищення на спорудженнях I черги , міські стічні води на спорудженнях механічної очистки 2 черги.

Біологічне очищення побутових стічних вод здійснюється в аеротенках II черги. Для підвищення якості очищення стічних вод проведена реконструкція системи аерації аеротенків із застосуванням вискоефективних аераторів фірми «Екополімер» м.Харків і ВАТ «Об'єднання Склопластик» м.Сєверодонецьк. У аеротенках здійснюється аеробне окислювання органіки, нітрифікація азоту амонійного з наступною денітрифікацією за рахунок додаткової органіки, що надходить з промисловими стічними водами. Біологічно очищені стічні води проходять освітлення у відстійниках і разом з очищеним першим потоком направляються на спорудження доочищення. Доочищення суміші очищених стічних вод здійснюється у буферних ставках і фільтрувальній станції з подачею на буферні ставки частини очищених на спорудженнях II і III черг стічних вод. При зниженні якості очищення на спорудженнях II і III черг стічні води у повному обсязі надходять на доочищення в буферні ставки й далі на фільтрувальну станцію. Після стадії спільного доочищення стічні води

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

направляються в контактний резервуар для знезаражування шляхом 30 хвилинного контакту із хлорною водою.

У процесі очищення стічних вод на очисні спорудження використовуються наступні реагенти :

- хлор рідкий;
- сода кальцинована;
- тіосульфат натрію ;
- ортофосфорна кислота ;
- водяний розчин адіпатів натрію.

Для очищення першого потоку використовуються споруди IV, III черг будівництва БХО, другого потоку - споруди II черги.

Стадії доочистки, знезараження, обробки осадів здійснюються спільно для промислових, міських і побутових стічних вод підприємства.

Освітлені очищені стоки через водозлив по всьому периметру вторинних відстійників збираються в лоток і каналом відводяться на спорудження доочищення - буферний ставок і фільтрувальну станцію.

Спільне доочищення промислових і побутових стічних вод м.Севєродонецька та об'єднання включає доочистку у буферних ставках і на фільтрувальній станції.

У технологічній схемі доочищення стічних вод використовується одна секція двоступеневих буферного ставка, ємністю 130500 м<sup>3</sup>, глибиною 1,5-1,6 м. Час знаходження стоків в ставках становить 2,6 доби.

Очищені на спорудах II і III черги стічні води надходять у начало першого ступеня одній із секцій ставків, потім по системі перетоків переходять на другу сходинку біологічних ставків і далі в збірний лоток.

При зниженні якості доочистки в буферних ставках за рахунок впливу придонних відкладень, які не піддаються розпаду і є джерелом вторинних забруднень, переходять на схему очищення минаючи буферні стави. Дно буферних ставків періодично очищається (ставки I ступені - через 1-2 роки, II ступеня - через 3-4 роки).

											Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							

PM.00.01.ПЗ

Очищені стічні води з буферних ставків по трубопроводу діаметром 600 мм відкачуються насосами поз.45/Н1-КЗ, встановленими в насосній станції поз.45, на фільтрувальну станцію поз.45. Тиск на насосних агрегатах контролюється приладом поз.РЛ 1-5-13.

Стічні води поступають у відділення фільтрів на каркасно-засипні фільтри (КЗФ) поз. 45 / Ф1-К4 і розподіляються за допомогою жолобів по двох осередках кожного фільтра.

Стічні води, поступаючи зверху вниз через шар завантажувального матеріалу, доочищають від завислої речовини. Крім того, за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів, що знаходяться у завантаженні, відбувається споживання кисню, що супроводжується зниженням БСК і ХСК в стічній воді.

В якості завантажувального матеріалу використовується гравій з величиною зерен 40-60 мм і кварцовий пісок з діаметром зерен 0,8-1,2 мм, що завантажуються пошарово.

При довгій роботі фільтра збільшується товщина плівки забруднень на поверхні, а також в товщі фільтруючого завантаження, збільшується опір і знижується швидкість фільтрування. У цьому випадку проводиться водоповітряна промивка фільтра зворотним потоком води протягом 30 хвилин 1 раз на добу. Вода на промивання подається по колектору діаметром 800 мм насосами поз.45/ Н7,8,9, Установленими в насосному відділенні фільтрувальної станції поз.45.

Знезараження доочищених стічних вод проводиться в двосекційним контактному резервуарі поз.76 ємністю 3200 м<sup>3</sup> шляхом 30 - хвилинного контакту з хлорною водою. Розподіл води по секціях регулюється запірною арматурою. Рівень води в контактному резервуарі безперервно реєструється на щиті в операторській приладом поз. LIR98. Концентрація залишкового хлору в очищеній воді становить 1,5-2,5 мг/дм<sup>3</sup> [12,13].

Хлорна вода в контактний резервуар подається з хлораторної поз. 38а. Схема отримання хлорної води наступна.

З контейнера поз.38а/Е1-1,2, встановленого на вагах у складі хлору, через

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

нижній вентиль рідкий хлор надходить на випарники поз.38а/Г-1,2. Тиск рідкого хлору в трубопроводі вимірюється манометром. Проходячи по зміївіку, рідкий хлор випаровується за рахунок теплої води, що проходить по міжтрубному простору.

Газоподібний хлор після випарника поз.38а/Г-1,2 очищується від домішок і крапель і далі надходить в хлоратори 38а/Х1-1,2,3,4 для дозування. Змішування з технічною водою (очищеними і знезаражені стоками), здійснюється на ежекторі насосом рюз.38а/Н2, встановленим в приміщенні складу хлору. Отримана таким чином хлорна вода прямує в контактний резервуар поз.76.

Очищені і знезаражені стічні води насосами поз.45/Н4,5,6 подають на фільтрувальну станцію цеху зовнішнього водопостачання.

### 5.5 Розрахунок матеріального балансу

Вихідними даними для розрахунку матеріального балансу стадії доочищення стічних є дані, які занесені в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3

Показники	Вміст забруднюючої речовини, мг/дм <sup>3</sup>	
	до очищення	після очищення
ХСК <sub>біхр</sub>	95	50
БСК <sub>повн</sub>	14	6,5
Азот амонійний	1,3	1,1
Азот нітритний	0,2	0,1
Азот нітратний	9,4	9
Фосфати	5	2,8
Завислі речовини	130	60

Витрати на добу складають 15000м<sup>3</sup>.

1.Визначаємо валовий вміст забруднень в стічних водах, що надходять на очищення:

$$\text{ХСК}_{\text{біхр}} : 15000 * 95 = 1900\ 000 \text{ г/добу} = 1425 \text{ кг/добу}$$

$$\text{БСК}_{\text{повн}} : 15000 * 14 = 280\ 000 \text{ г/добу} = 210 \text{ кг/добу}$$

						Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Азот амонійний:  $15000 \cdot 1,3 = 19,5$  кг/добу

Азот нітритний:  $15000 \cdot 0,2 = 3$  кг/добу

Азот нітратний:  $15000 \cdot 9,4 = 141$  кг/добу

Фосфати:  $15000 \cdot 5 = 75$  кг/добу

Завислі речовини :  $15000 \cdot 130 = 1950$  кг/добу

2. Визначаємо валовий вміст забруднень після очищення:

ХСК<sub>біхр</sub> :  $15000 \cdot 50 = 550$  кг/добу

БСК<sub>повн</sub> :  $15000 \cdot 6,5 = 97,5$  кг/добу

Азот амонійний:  $15000 \cdot 1,1 = 16,5$  кг/добу

Азот нітритний:  $15000 \cdot 0,1 = 1,5$  кг/добу

Азот нітратний:  $15000 \cdot 9 = 135$  кг/добу

Фосфати :  $15000 \cdot 2,8 = 42$  кг/добу

Завислі речовини :  $15000 \cdot 60 = 900$  кг/добу

Визначаємо кількість забруднення, яке було вилучено в ході доочистки:

ХСК<sub>біхр</sub> :  $1425 - 550 = 875$  кг/добу

БСК<sub>повн</sub>:  $210 - 97,5 = 112,5$  кг/добу

Азот амонійний :  $19,5 - 16,5 = 3$  кг/добу

Азот нітритний:  $3 - 1,5 = 0,5$  кг/добу

Азот нітратний:  $141 - 135 = 6$  кг/добу

Фосфати:  $75 - 42 = 33$  кг/добу

Завислі речовини :  $1950 - 900 = 1050$  кг/добу

Визначаємо ефект доочищення за формулою:

$$\frac{M_{вх} - M_{вих}}{M_{вх}} * 100\% = \frac{M_{вилуч}}{M_{вх}} * 100\%$$

Складаємо матеріальний баланс.

					РМ.00.01.ПЗ	Таблиця	Лист 5.4
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

Матеріальний баланс стадії доочищення стічних вод  
(потужність 15000 м<sup>3</sup>/добу)

Показники	Прихід, кг	Витрати, кг		Ефект очищення, %
		Після очистки	Вилучено	
ХСК <sub>біхр</sub>	1425	550	875	61
БСК <sub>повн</sub>	210	97,5	112,5	54
Азот амонійний	26	22	4	15
Азот нітритний	3	1,5	0,5	50
Азот нітратний	141	135	6	4,3
Фосфати	75	42	33	44
Завислі речовини	1950	900	1050	54
Всього	4798	2590	2208	
		4798		

Згідно до значення стадії доочищення, а саме - вилучення залишкових кількостей забруднень, біологічні ставки та фільтри виконують свою функцію.

Максимальний ефект очищення спостерігався при вилученні забруднень по показнику ХСК – 61%, БСК<sub>повн</sub> - 54%, та по завислих речовинах - 53,8%.

## 6. МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ АНАЛІТИЧНОГО КОНТРОЛЮ

### 6.1 Показники якості водного середовища

Для оцінки якості вод, ступеня їх чистоти або забруднення і можливості водокористування для тих чи інших потреб застосовуються три групи показників якості води: фізико-хімічні, біологічні та органолептичні (табл. 6.1).

До фізико-хімічних показників якості води відносяться: вміст у ній солей, металів, сухий залишок, жорсткість, кислотність.

Таблиця 6.1 – Класифікація показників якості води

Фізико-хімічні	Біологічні	Органолептичні
Сухий залишок	Кількість бактерій	Запах
Мутність	Кількість мікроорганізмів	Смак
Хімічні речовини	Органічні речовини	Колір
Жорстокість	БСК (Біологічне споживання кисню)	Прозорість
Температура		
Розчинений кисень		
ХСК (Хімічне споживання кисню)		

Біологічні показники якості характеризують кількість бактерій і мікробів, кількість органічних домішок, біологічні показники якості.

Органолептичні показники якості води – це її смак, колір, запах, прозорість.

Показники якості вод, що використовуються для різних потреб, мають істотні відмінності.

Фізико-хімічні показники якості води

Охарактеризуємо більш детально фізико-хімічні показники якості води.

Сухий залишок води – це солі і речовини, які залишаються після її випаровування. У воді джерела та питній воді не повинен перевищувати 1 000

					<i>PM 00.01.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Каритний Ю.А</i>				<i>Методи та методики аналітичного контролю</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Блінова Н.К.</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Суворін О.В.</i>							
						<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19дм</i>		



мг на літр. Більш високий вміст солей, якщо воно не обумовлене геологічними особливостями, дає підставу вважати, що солі надходять у водойму разом з промисловими стоками.

Каламутність визначають з допомогою мутноміра, в якому досліджувану воду порівнюють з еталонним розчином, приготованим з інфузорної землі або каоліну на основі дистильованої води. Каламутність води виражають у мг/л завислої речовини.

Жорсткість води залежить від вмісту солей кальцію і магнію, головним чином двовуглекислих. Розрізняють три види жорсткості: загальну, постійну і усунуту.

Загальна жорсткість води – це твердість сирої води, зумовлена вмістом усіх сполук Ca і Mg, незалежно від того, з якими аніонами вони зв'язані.

Постійна жорсткість – жорсткість води після одно часового кип'ятіння, що залежить від присутності солей Ca і Mg, які не дають осаду при кип'ятінні (сульфати і хлориди).

Тимчасова жорсткість – жорсткість води, яка зникає при кип'ятінні, що пов'язано з перетворенням бікарбонатів в нерозчинні сполуки (монокарбонати), які випадають в осад.

Жорсткість вимірюється в градусах або міліграм-еквівалентах.

За один градус жорсткості приймається кількість солей Ca і Mg еквівалентна 10 мг CaO, в одному літрі води:

1° жорсткості = 10 мг CaO у літрі води;

1 мг екв CaO – 28 мг/л CaO;

1 мг екв CaO s 2,8° жорсткості.

М'якою вважається вода, що має жорсткість менше 10°, тобто менше 100 мг CaO в 1 літрі води, помірно жорсткою – від 10° до 20°, жорсткою – більше 20°.

Дуже жорстка вода може чинити на шлунок людини послаблювальну дію. Непрямий вплив жорсткої води полягає в гіршій засвоюваності організмом їжі: овочів, м'яса, бобових, які погано проварюються в жорсткій воді. При

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

використанні жорсткої води в промисловості відбувається швидке засмічення труб осадами [22].

Найважливішим показником якості води є її кислотність або рН. Кислотність характеризує активність і визначається концентрацією іонів водню. Чим менше значення показника, тим більш кислою є вода.

Концентрація іонів водню в дистильованій воді при температурі 25°C дорівнює 1·10<sup>-7</sup> моль/л. Водневий показник рН дорівнює по модулю і протилежний за знаком десяткового логарифму активності іона водню і розраховується за формулою (6.1):

$$pH = - \log V(H^+), \quad (6.1)$$

де V(H<sup>+</sup>) є концентрація іонів водню (моль/л).

рН атмосферної води знаходиться в межах від 5 до 6 од. рН. Під впливом абсорбованих вуглекислого газу, окислів сірки і азоту (особливо в промислових районах) атмосферна вода може ставати кислою і її рН знижується до 4 – 5 од. рН. Для питної води показник рН знаходиться в межах від 6,5 до 8,5 од. рН. Кислу реакцію вода набуває при забрудненні її промисловими та іншими стічними водами, що містять кислоти і їх солі.

Кількість розчиненого кисню залежить від температури води і барометричного тиску. В чистих відкритих водоймищах при температурі від + 5 до +15°C вміст кисню становить 3 – 6 мг/л, при сильному забрудненні воно знижується до нуля за рахунок поглинання його водної фауною і забруднюючими воду органічними речовинами.

Непрямими показниками є окислюваність води, яка характеризується хімічним споживанням кисню (ХСК), і біологічним споживанням кисню (БСК).

ХСК характеризує витрата кисню на окисно-відновні процеси в воді, зумовлені її забрудненням хімічними речовинами (без урахування його витрати на біологічні процеси, тобто процеси, пов'язані із споживанням кисню живими організмами).

За критерій оцінки біохімічної потреби кисню приймають величину зменшення кількості розчиненого у воді кисню протягом п'яти діб при

									Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

температурі + 20 °С (БСК<sub>5</sub>).

У воді водойм з чистою водою за цей термін вміст кисню зменшується не більше ніж на 1 – 2 мг/л У воді сильно забруднених джерел через п'ять діб зазначається повне зникнення кисню.

Коефіцієнт накопичення в гідробіонтах  $K_n$  визначають за формулою (6.2)

$$K_n = \frac{C_{\text{гідробіонт}}}{C_{\text{вода}}}, \quad (6.2)$$

де  $C_{\text{гідробіонт}}$  – концентрація в гідробіонтах;

$C_{\text{вода}}$  – концентрація у воді.

При оцінці стану водних екосистем досить надійними показниками є характеристики стану і розвитку усіх екологічних груп водного співтовариства.

З гідробіологічних показників якості в Україні знайшов найбільше застосування індекс сапробності водних об'єктів, який розраховують виходячи з індивідуальних характеристик сапробності видів, представлених в різних водних спільнотах (фітопланктоні, перефітоні). Індекс сапробності визначають за формулою (6.3)

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (s_i h_i)}{\sum_{i=1}^n h_i} \quad (6.3)$$

де  $s_i$ – значення сапробності гідробіонта, яке задається спеціальними таблицями,  $h_i$  – відносна зустрічальність індикаторних організмів (у полі зору мікроскопа);  $n$  – кількість вибраних індикаторних організмів.

Органолептичні показники якості води

До основних органолептичними показниками води відносяться запах, смак, прозорість і колір води.

Запах води визначається при звичайній температурі і при нагріванні до 60 °С. Якісно запах характеризується як: «хлорний», «землистий», «болотний», «нафтовий», «ароматичний», «нездоланий» і т. п. Якісно запах оцінюється за п'ятибальною системою, яка є загальноприйнятою також для позначення запаху повітря, смаку і запаху води і харчових продуктів [9,23].

					Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Смак води визначається тільки при впевненості, що вона безпечна (відсутні отруйні речовини і бактеріальне забруднення). Смак характеризують як: солонуватий, гіркий, кислий, солодкий. Кажуть також, що вода має присмак: рибний, металевий, невизначений і т. д. Інтенсивність присмаку оцінюють у балах. При визначенні присмаку і смаку води нею прополіскують рот (приблизно 10 мл) і не проковтують.

Прозорість води визначають з друкованого шрифту Снеллена. Досліджувану воду збовтують і доверху наливають у безбарвний циліндр, що має по висоті градуювання в сантиметрах і слабо-похила донизу відвід з краном. Дно циліндра прозоре. Шрифт підкладають під дно циліндра і пробують розрізнити букви крізь стовп води. Висота стовпа в сантиметрах вказує на ступінь прозорості. Прозорість води характеризує наявність в ній завислих речовин і служить важливою ознакою її доброякісності. Питна вода повинна мати прозорість не менше 30 см. За кольором вода визначається як прозорий, слабо-жовтий, бурувата і т. п. шляхом порівняння профільтрованої води з рівним об'ємом дистильованої забарвленої води (не менше 40 мл).

Мікробіологічні та паразитологічні показники.

Вимоги до води централізованого питного водопостачання населення (водопровідна питна вода) полягають у наступному. Під час дослідження мікробіологічних показників водопровідної питної води в її пробах визначають загальне мікробне число, загальні колиформи, E.coli, ентерококи. У водопровідній питній воді з поверхневих вододжерел у місцях її надходження з очисних споруд у розподільну мережу додатково визначають наявність колифагів [22].

У разі виявлення в пробах питної води з підземних вододжерел загальних колиформ, E.coli чи ентерококів, а в пробах питної води з поверхневих вододжерел - загальних колиформ, E.coli, ентерококів чи колифагів слід провести їх визначення в повторно відібраних пробах.

За наявності відхилень від встановлених нормативів у повторно відібраних пробах протягом 12 годин необхідно розпочати дослідження на

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

PM.00.01.ПЗ

наявність в питній воді з підземних вододжерел колифагів та збудників інфекційних захворювань бактеріальної етіології, а з поверхневих вододжерел - збудників інфекційних захворювань бактеріальної та вірусної етіології. У разі виявлення в пробах питної води з підземних вододжерел колифагів проводяться дослідження на наявність збудників інфекційних захворювань вірусної етіології.

За результатами лабораторних досліджень вживаються заходи щодо виявлення та усунення причин забруднення питної води.

Під час знезараження водопровідної питної води залишкові концентрації реагентів визначаються не рідше одного разу на годину та повинні становити:

-у разі знезараження води за допомогою хлору у період благополучної санітарно-епідемічної ситуації вміст залишкового вільного хлору у воді на виході із резервуара чистої води (РЧВ) - у межах 0,3 - 0,5 мг/дм<sup>3</sup> після 30 хвилин контакту хлору з водою, а вміст залишкового зв'язаного хлору - у межах 0,8 - 1,2 мг/дм<sup>3</sup> після 60 хвилин контакту хлору з водою. За наявності у воді і вільного, і зв'язаного хлору дозволяється здійснювати контроль за одним із цих показників: за залишковим вільним хлором (при його концентрації понад 0,3 мг/дм<sup>3</sup>) або за залишковим зв'язаним хлором (при концентрації залишкового вільного хлору меншій ніж 0,3 мг/дм<sup>3</sup>);

-у разі знезараження води за допомогою озону концентрація залишкового озону на виході із камери змішування має бути у межах 0,1 - 0,3 мг/дм<sup>3</sup> після 4 хвилин контакту озону з водою;

-у разі знезараження води за допомогою діоксиду хлору вміст залишкового діоксиду хлору у воді РЧВ після 30 хвилин контакту - не менше ніж 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, а концентрація хлоритів - не більше ніж 0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Величина дози діоксиду хлору, що вводиться у воду РЧВ у період благополучної санітарно-епідемічної ситуації, не повинна перевищувати 0,5 мг/дм<sup>3</sup>.

Показники епідемічної безпеки питної води наведені у таблиці 6.1 (за [22]).

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 Показники епідемічної безпеки питної води

N з/п	Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи для питної води			Методики визначення згідно з додатком 5
			водопровідної, з пунктів розливу та бюветів	з колодязів та каптажів джерел	фасованої	
1	2	3	4	5	6	7
<b>1. Мікробіологічні показники</b>						
1	Загальне мікробне число при t 37° С - 24 год*	КУО/см <sup>3</sup>	≤ 100 (≤ 50)**	не визначається	≤ 20*****	пп. 48, 57
2	Загальне мікробне число при t 22° С - 72 год	КУО/см <sup>3</sup>	не визначається	не визначається	≤ 100*****	
3	Загальні колиформи***	КУО/100 см <sup>3</sup>	відсутність	≤ 1	відсутність	пп. 48, 56
4	E.coli****	КУО/100 см <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність	п. 48
5	Ентерококи***	КУО/100 см <sup>3</sup>	відсутність	не визначається	відсутність	п. 58
6	Синьогнійна паличка (Pseudomonas aeruginosa)	КУО/100 см <sup>3</sup>	не визначається	не визначається	відсутність	п. 52
7	Патогенні ентеробактерії	наявність в 1 дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність	п. 48
8	Коліфаги****	БУО/дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність	п. 48
9	Ентеровіруси, аденовіруси, антигени ротавірусів, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші	наявність в 10 дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність	п. 47
<b>2. Паразитологічні показники</b>						
10	Патогенні кишкові найпростіші: ооцисти криптоспоридій, ізоспор, цисти лямблій, дизентерійних амеб, балантидія кишкового та інші	клітини, цисти в 50 дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність	п. 49
11	Кишкові гельмінти	клітини, яйця, личинки в 50 дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність	п. 49

## 6.2 Методики санітарно-мікробіологічного контролю води

Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води встановлює ступінь її епідбезпеки відповідно до вимог, що пред'являються при централізованому питному водопостачанні ДСанПіНу N 383/1940 "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання"[24].

Основним санітарно-показовим тестом забруднення води виділеннями кишечника теплокровних залишаються бактерії групи кишкових паличок (БГКП). На відміну від переважної більшості країн в Україні збережено більш жорсткі вимоги до якості питної води щодо даного показника, тобто враховуються всі різновиди глюкозопозитивних коліформних бактерій, а не тільки лактозопозитивні варіанти. Такий підхід є обгрунтованим, оскільки цілий ряд лактозонегативних кишкових бактерій можуть не тільки потрапляти, а й за відповідних умов розмножуватися у питній воді і спричиняти негативний вплив на стан здоров'я людини. Для уточнення характеру забруднення води представниками кишкових бактерій у ДСанПіНі введено визначення термотолерантних кишкових бактерій (ТКБ). ТКБ є більш специфічними індикаторами фекального забруднення, легко виявляються і в значній мірі представлені саме *E.coli*, тобто показником свіжого фекального забруднення. В окремих випадках, при отриманні незадовільних показників якості води та при незадовільному санітарно-гігієнічному стані системи водопостачання, проводиться визначення саме *E.coli* [24].

Згідно з вимогами ДСанПіНу індекс БГКП (коліформні бактерії) визначається в об'ємі 1 дм<sup>3</sup> води, а ТКБ - відсутність у 100 см<sup>3</sup>. Проте визначення індексу БГКП в 1 дм<sup>3</sup> води передбачає кількісну оцінку, в той час як вимога відсутності ТКБ у 100 см<sup>3</sup> води свідчить лише про якісну оцінку, яка проводиться шляхом обов'язкового дослідження трьох об'ємів води по 100 см<sup>3</sup>.

У ДСанПіНі приділена також велика увага показнику "загальне мікробне число". При невідповідності якості питної води нормативам за органолептичними та іншими інтегральними показниками рекомендовано

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

РМ.00.01.ПЗ

визначення загальної кількості мікроорганізмів при різних температурах інкубації - при  $(36 \pm 1)^\circ \text{C}$  протягом 24 год. та при  $(22 \pm 1)^\circ \text{C}$  протягом 48 год. Зростання числа колоній при інкубації  $(36 \pm 1)^\circ \text{C}$  свідчить про можливе забруднення антропогенною мікрофлорою. Зростання числа бактерій, які розвиваються при  $(22 \pm 1)^\circ \text{C}$ , свідчить про погіршення санітарно-гігієнічного стану системи водопідготовки чи водопостачання. Крім того, різке підвищення цього показника може свідчити про появу джерела забруднення або виникнення умов для вторинного розмноження мікроорганізмів. Визначення цього показника на етапах підготовки води несе суттєву інформацію щодо ефективності технології її очищення та знезараження.

Поряд з визначенням у воді санітарно-показових бактерій вперше введено визначення санітарно-показового вірусу - кишкових бактеріофагів. Виявлення їх у воді з резервуару чистої води свідчить про недосконалість технології водопідготовки, а у воді з мережі водопостачання, крім вказаного, - про наявність умов вторинного забруднення, зокрема збудниками вірусних інфекцій.

Вперше також введено визначення наявності патогенних бактерій та вірусів. Насамперед це визначення сальмонел, шигел, холерних вібріонів ентеро-, адено- та ротавірусів. Передбачено також визначення наявності інших збудників бактеріальних та вірусних інфекцій у відповідності з наявною епідемічною ситуацією.

У ДСанПіНі збереглася розбіжність щодо термінології, прийнятої у більшості країн світової співдружності та існуючої в офіційних документах України. БГКП не є таксономічною групою, це утилітарна назва, і за визначенням до неї входять грамнегативні бактерії, що не утворюють спор, не мають ферменту оксидазу і ферментують глюкозу з утворенням кислоти та газу.

При дослідженні води джерел водопостачання визначаються лактозопозитивні кишкові бактерії (ЛКБ). Цей термін відповідає прийнятому у багатьох країнах терміну "загальні коліформи". Запропонований ДСанПіНом

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата



термін "термотолерантні кишкові бактерії" відповідає терміну "фекальні колиформи (ФК)".

#### Визначення бактерій групи кишкових паличок

Оскільки при дослідженні води на практиці не можливо вивчити всі важливі з точки зору диференційної діагностики ознаки для системного визначення мікроорганізмів, то у світовій практиці було розроблено сукупність окремих тестів, яка дозволяє спрощеним методом досягти надійного результату.

До бактерій групи кишкових паличок (БГКП) відносяться грамнегативні, що не утворюють спор, палички, які зброджують глюкозу з утворенням кислоти та газу при  $(36 \pm 1)^\circ \text{C}$  протягом 24 годин і в яких відсутня оксидазна активність.

Поряд з цим, з загальної чисельності БГКП виділено наступні групи мікроорганізмів, які мають різне санітарно-показове значення:

- Лактозопозитивні колиформні бактерії - представники БГКП, які, крім вказаного вище, ферментують лактозу з утворенням кислоти та газу при  $36 \pm 1^\circ \text{C}$  за 24 - 48 годин інкубації.

- Термотолерантні кишкові бактерії - мають ті ж ознаки, що і БГКП, але вони ферментують лактозу при  $44 \pm 0,5^\circ \text{C}$  за 24 - 48 годин інкубації.

в *E.coli* - мають ті ж ознаки, що і термотолерантні кишкові бактерії, але, крім того, вони утворюють індол з триптофану та не ростуть на цитратних середовищах.

Кількість бактерій групи кишкових паличок визначають методом мембранної фільтрації або титраційним методом (найбільш вірогідного числа - НВЧ).

Метод мембранної фільтрації полягає у фільтруванні певного об'єму води через мембранні фільтри, інкубації їх при  $(36 \pm 1)^\circ \text{C}$  на середовищі Ендо, підрахунку кількості бактерій, що виростили, подальшій ідентифікації за культуральними та біохімічними властивостями та розрахунку індексу в  $1 \text{ дм}^3$  води

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Суть **титраційного методу** полягає в посіві певних об'ємів води, що досліджується, в середовища накопичення (глюкозо-пептонне, лактозо-пептонне середовища), підрощуванні при  $(36 \pm 1)^\circ \text{C}$  з подальшим висівом на середовище Ендо, ідентифікації бактерій, що вирости, та визначенні НВЧ БГКП в  $1 \text{ дм}^3$  води за таблицями.

Обидва методи можуть застосовуватись, але кожен з них має свої переваги та недоліки.

Метод мембранної фільтрації дозволяє скоротити тривалість аналізу до 24 - 48 год., в залежності від ступеня чистоти досліджуваної води. Цей метод рекомендується для дослідження води на кінцевому етапі водопідготовки та води з розподільчої мережі при відсутності суттєвого вторинного мікробного обміненія в системі водопостачання.

Титраційний метод триває 48 - 72 годин і є більш затратним. Має переваги в разі дослідження води з високим рівнем гетеротрофної мікрофлори або завислих речовин та при великих дозах хлору або інших дезинфектантів. В останньому разі засів у середовище збагачення дозволяє мікроорганізмам вийти з стану сублетального стресу після дії дезинфектантів, що підвищує вірогідність отриманого результату.

Шигели - збудники гострих кишкових інфекцій, які можуть розповсюджуватися водним шляхом та виживати у водному середовищі. На відміну від сальмонел їм притаманна менша стійкість до дії фізико-хімічних факторів, що ускладнює розробку селективних середовищ накопичення, яке необхідне внаслідок низької концентрації шигел у навколишньому середовищі. Тому при їх виділенні використовують ті ж методичні підходи, що і при дослідженні наявності у воді сальмонел, з різницею у використанні середовищ. Шигели - факультативно-анаеробні грамнегативні, неспороутворюючі палички, нерухомі, ферментують глюкозу без газу (за деяким винятком), як правило, не ферментують лактозу та сахарозу, не продукують сірководень. Ідентифікацію шигел проводять за рядом біохімічних тестів та серологічних реакцій.

Сальмонели відносяться до числа найбільш розповсюджених і в той же

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

час стійких до дії фізико-хімічних факторів мікроорганізмів - збудників гострих кишкових інфекцій, які поряд з іншими мають водний шлях передачі. На сьогодні ідентифіковано понад 2500 сероварів сальмонел, і не існує жодного рівноцінного методу виділення для всіх відомих сероварів.

Запропоновані у даних МВ методи є досить ефективними для виявлення багатьох циркулюючих у воді сероварів.

Як правило, сальмонели присутні у воді в низьких концентраціях. Тому бажано проводити їх попереднє концентрування, що дозволяє уникнути ускладнень при роботі з великими об'ємами води. Крім того, сальмонели у водному середовищі зазнають ушкодження, і для відновлення їх фізіологічної активності доцільно використовувати неселективне попереднє збагачення, щоб відбулося відновлення фізіологічної активності сальмонел, але не відбулося інтенсивного розмноження супутньої мікрофлори. Наступне селективне збагачення створює більш сприятливі умови для розвитку сальмонел у порівнянні із супутньою мікрофлорою, що підвищує результативність аналізу.

Водопровідна вода підлягає бактеріологічному дослідженню на холерні вібріони при наявності епідеміологічних показань.

Бактеріологічні дослідження на наявність холерних вібріонів 01 та не 01 проводяться паралельно, в тих же самих пробах. Особливостями холерних вібріонів є відносно швидкий ріст в пептонній воді та здатність до розмноження в середовищах з високою лужністю (рН 9,5). Холерні вібріони 01 - мікроорганізми, що на щільних середовищах утворюють типові колонії, проявляють відповідні біохімічні властивості та аглютинують з холерними діагностичними сироватками (01, R0, 0139), чутливі до холерних фагів. Холерні вібріони не 01 - мікроорганізми, що за морфологічними, культуральними та біохімічними властивостями аналогічні збуднику холери, але не аглютинують з холерними сироватками, не чутливі до холерних фагів.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ

### 7.1 Впровадження методу УФ випромінювання для знезараження стічних вод

В комунальних стічних водах міститься величезна кількість збудників небезпечних захворювань. Це бактерії, спори бактерій, віруси, найпростіші, та цисти найпростіших, яйця гельмінтів та ін. Система знезараження стічних вод необхідна для того, щоб захистити водойми, їх мешканців і населення від небезпечної дії хворотворних мікроорганізмів, паразитів. Як було показано у розділі 4 (див. Розд 4) найкращим екологічно небезпечним методом знезараження стоків є метод опромінення ультрафіолетом. Очищення ультрафіолетом є фізичним процесом, тому виключає утворення будь-яких хімічних сполук в якості вторинного забруднення і завдати шкоди людині та гідро біонтам [25]. Знезараження ультрафіолетом відбувається за рахунок внутрішньоклітинних реакцій, що відбуваються в бактеріях, тому на саму воду негативного впливу не виявляється. Дія УФ-опромінення ґрунтується на руйнуванні хімічних зв'язків РНК і ДНК ланцюгів, а також мембранних структур бактеріальної клітини.

В даний час накопичений великий матеріал по впливу УФ-випромінювання на різні види мікроорганізмів, які по стійкості до ультрафіолету розташовуються в ряд: вегетативні бактерії - віруси - бактеріальні спори - цисти найпростіших. При цьому встановлено, що УФ-випромінювання діє на віруси набагато ефективніше, ніж хлор. Ефект знезараження при УФ - дезінфекції заснований на дії ультрафіолетових променів з довжиною хвилі 200 - 300 нм на білкові колоїди і ферменти протоплазми мікробних клітин, він обумовлений фотохімічними реакціями, в результаті яких відбуваються незворотні пошкодження ДНК і інших структур клітини. Бактерицидний ефект залежить від прямого впливу ультрафіолетових

					<i>PM 00.01.13</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Обґрунтування вибору технології знезараження</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Каритний Ю.А</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>				<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм</i>		

променів на кожну бактерію. Численні дослідження показали відсутність шкідливих ефектів після опромінення води навіть при дозах, які набагато перевищують практично необхідні.

Дезінфекція ультрафіолетом відрізняється простотою і безпекою обслуговування, відсутністю шкідливої побічної дії та відносно низькими витратами.

Ефективність процесу знезараження ультрафіолетом визначається емпіричним законом, згідно з яким ступінь знезараження (відношення числа живих організмів  $N$  після опромінення до їх первісної кількості  $N_0$ ) залежить від величини направленої ним бактерицидної енергії або дози опромінення  $D$ :

$$N/N_0 = 10^{-kD}$$

Якщо побудувати графік цієї залежності, відклавши по осі  $X$  дозу опромінення, а по осі  $Y$  – концентрацію мікроорганізмів після опромінення, в логарифмічному масштабі, то вийде пряма лінія (крива 3, Рис.7.1). Це означає, що для збільшення ступеня знезараження в 10 разів, необхідно вдвічі збільшити ступінь опромінення [25].

Значення коефіцієнта пропорційності  $k$  залежить від типу мікроорганізмів і визначається в лабораторних умовах для більшого числа водних бактерій, вірусів, бактеріальних спор, цист. Наведена залежність є гарним показником, що демонструє інактивацію мікроорганізмів залежно від прикладеної дози опромінення і часто використовується для передбачення ефективності роботи тих чи інших ультрафіолетових установок. Однак, безпосередні виміри, проведені на стічних водах, показали результати, що кардинально відрізняються від лабораторних дослідів і залежать від конкретної води та ступеня її попереднього очищення. На рис.7.1 показані результати при дослідженні стічних вод на очисних спорудах повної біологічної очистки (крива 1), а також біологічної очистки і доочистки на піщаних фільтрах (крива 2).

В статті була проаналізована можливість знезараження ультрафіолетом біохімічно очищених дощових та комунальних стічних вод. Виходячи з

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

наведеного графіка достатньою для ефективного знезараження указаної категорії вод є доза опромінення 30МДж/см<sup>2</sup>. Значення колі-індексу в очищеній і знезараженій воді визначається вимогами санітарної надійності та не повинно перевищувати 1000 в 1 дм<sup>3</sup>. Гарантовано знижуються також залишкові забруднення з показників БСК, ХСК Для знезараження ультрафіолетом можливе використання як вітчизняних установок так і зарубіжних – наприклад, Labko DES UV (Фінляндія).

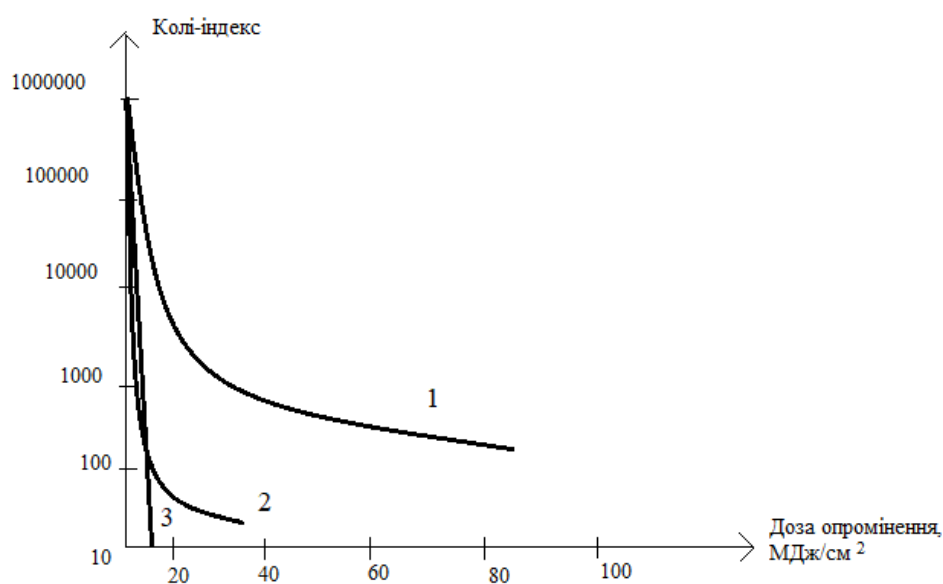


Рис.7.1 Залежність ступеню знезараження стічної води від дози опромінення (1- біохімічена вода, 2- біохімічена вода з доочисткою на відкритих пісчаних фільтрах, 3- теоретичний розрахунок).

В даний час вчені займаються пошуком більш ефективних і дешевих способів очищення стічних вод. Поки що найкращим методом знезараження стоків є опромінення ультрафіолетом. У нього найвищі показники за ступенем очищення води. Дані очисних станцій хороші, кількість знезаражених таким способом вод збільшується з кожним роком. Завдяки ретельному знезараженню стічних вод можливо очікувати зниження мікробіологічного забруднення поверхневих водойм.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7.2 Вибір необхідного обладнання

В даний час існує цілий ряд втілених в обладнання конструктивних рішень, що дозволяють застосовувати УФ-випромінювання для знезараження стічної води. За конструктивним виконанням розрізняють УФ установки знезараження стоків напірного і безнапірного типу (самопливні), з зануреними і не зануреними УФ лампами [16,19,20,26]. УФ-установки розрізняються за способом розміщення ламп - навісні або заглибні, з гравітаційним плином води або напірні, корпусні або у вигляді окремих модулів, що розміщуються в лотках, з більшою чи меншою відстанню між лампами і іншими деталями. Лампи, застосовувані в різних установках, можуть відрізнятися за типом і способом орієнтації щодо потоку води (паралельно або перпендикулярно до нього). Вибір типу обладнання для ультрафіолетового знезараження, його кількості здійснюється на основі даних про потужність очисних споруд, результатів модельних і / або дослідно-промислових випробувань, вимірювання коефіцієнта пропускання і визначення дози, яка забезпечить досягнення необхідного рівня знезараження.

В нормативних документах ряду держав прийнято, що для ефективного знезараження стічних вод необхідна доза випромінювання не менш ніж  $16 \text{ мВт}\cdot\text{с}/\text{см}^2$ . Частіше всього дози коливаються в діапазоні від 16 до  $40 \text{ мВт}\cdot\text{с}/\text{см}^2$ , в залежності від якості води, що обробляється, її призначення, обладнання та ін.

Установки для УФ-знезараження вод пропонуються різними фірмами України. Так, Харківська електротехнічна компанія розробила серію установок УФ випромінювання – «Водограй», «Потік», «Стік» для знезараження питних та стічних вод потужністю від  $0,5$  до  $5000 \text{ м}^3/\text{год}$ , що не поступаються кращим мировим аналогам. Вартість знезараження  $1 \text{ м}^3$  питної води становить від  $0,02$  до  $0,18$  грн.

УФ установки для знезараження стічних вод без напору (самопливні). У даній моделі УФ установок вода на знезараження надходить самопливом (без напору). УФ установки даної серії встановлюються в каналі (лотку), в якому протікають знезаражувальні стоки. За конструктивним виконанням

									Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

розрізняють:

- установки знезараження стічних вод з зануреними УФ лампами - знезаражувальна вода проходить через поміщені в канал секції установки; - установки

- лоткового типу - тонкий шар знезаражувальної води проходить через корпус установки (лоток) на верхній кришці якого знаходяться УФ лампи. УФ установки даної серії можуть розміщуватися як всередині, так і зовні приміщення. Застосовані конструктивні рішення забезпечують надійну роботу УФ установок.

УФ установки лоткового типу (Рис 7.2) складаються із знезаражуючих касет (які розміщаються в порожнині каналу), шаф з елементами живлення УФ лімп, блоків управління роботою механізмів очищення кварцових колб, системи регулювання постійного рівня води у каналі, шафи управління та іншого обладнання [19,20].

Однією з особливостей УФ установок лоткового типу є необхідність їх оснащення системою автоматичної підтримки рівня води у каналі. При недостатньому рівні води у каналі частина UV ламп, які розташовані у верхній частині знезаражуючих касет (при горизонтальному розташуванні ламп у знезаражувальній касеті), або верхня частина ламп (при вертикальному розташуванні) не будуть знезаражувати водне середовище. Головною особливістю застосування УФ установок лоткового типу є те, що їх можна розміщувати у лотку на відкритому просторі.

В УФ установках з лампами низького тиску можуть застосовуватися як ртутні лампи, в яких активний елемент – ртуть міститься у вільному вигляді, так і амальгамні лампи. У амальгамних УФ лампах ртуть міститься у зв'язаному вигляді – амальгами ртуті, що забезпечує високу ступінь безпеки в разі порушення цілісності колби лампи.

Дослідженнями ряду вчених показано, що необхідна ефективність знезараження досягається обома установками, але витрати енергії на знезараження стоків установкою з УФ лампами низького тиску у 4 рази менші,

									Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					



ніж при знезараженні лампами середнього тиску.



Рис 7.2 Загальний вигляд установки УФВ лоткового типу

Для знезараження стічних вод з вмістом завислих речовин 10-15 мг/дм<sup>3</sup> необхідно застосовувати установки з УФ дозою в межах від 300 Дж/м<sup>2</sup> до 400 Дж/м<sup>2</sup>. Чим вище величина УФ дози, тим надійніше відбувається знезараження води. Якщо стічні води можуть містити різні віруси (наприклад, вірус гепатиту) доза УФ повинна бути вищою.

Конструкція більшості сучасних установок для УФ-опромінення води заснована на застосуванні повністю занурених у потік води джерел випромінювання. Бактерицидні лампи в установках розташовані всередині кварцових чохлаів для захисту ламп від контакту з водою і забезпечення їх оптимального температурного режиму роботи. При конструюванні і експлуатації УФ-обладнання слід враховувати, що поверхня кварцових чохлаів, що має контакт з водою, піддана обростання. Обростання може бути як органічної природи (біоплівка), так і неорганічної природи (відкладення солей).

Ступінь обростання залежить від температури джерела випромінювання і показників якості води, таких як жорсткість, лужність, вміст заліза, наявність маслянистих речовин і ін. Утворення біоплівки посилюється при відключенні УФ-ламп або при малій дозі опромінення. На працюючих станціях обростання чохла пов'язано, в основному, з відкладенням солей. Солі металів знаходяться на кварцових чохлах в аморфному стані, тому їх можна легко видалити слабким розчином кислоти. У практиці обслуговування УФ-станцій знезараження стічних вод широке застосування для очищення кварцових чохлах знайшли розчини фосфорної, щавлевої і лимонної кислот, що забезпечують ефективне видалення обростання з їх поверхні.

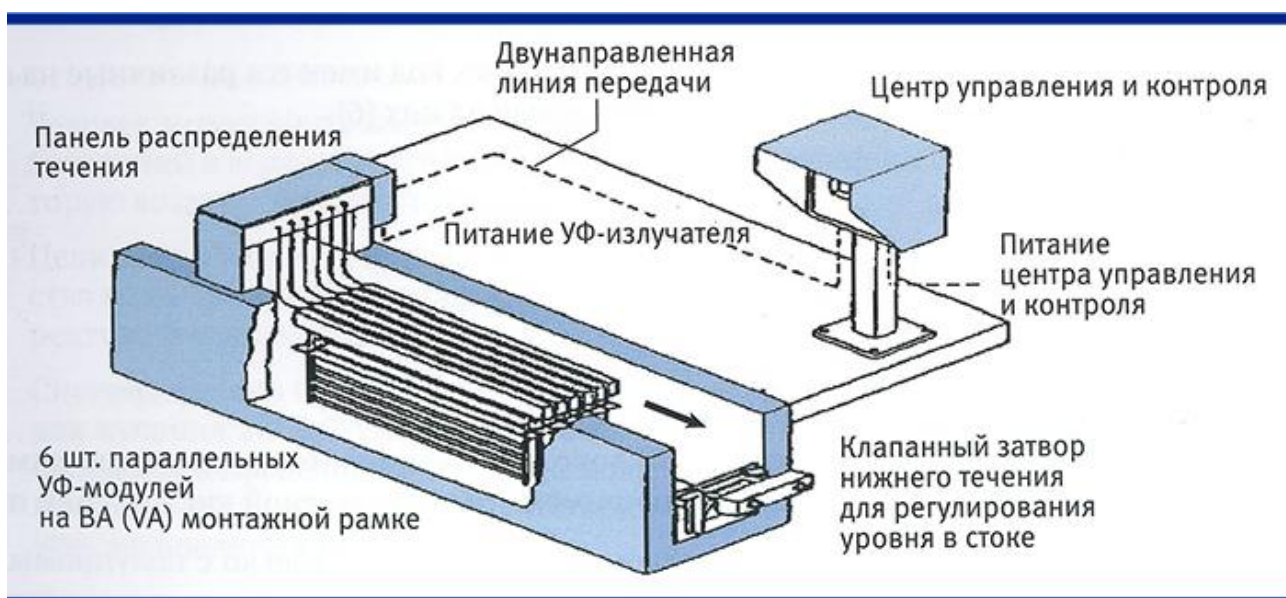


Рис.7.3 Схема установки УФВ лоткового типу з орієнтацією ламп паралельно потоку стічних вод.

В даній ситуації – після повної біохімічної очистки стічних вод, потужністю 15000м<sup>3</sup>/добу обираємо самопливну УФ установку з амальгамними лампами низького тиску ООО «ХАРЬКІВСЬКОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ КОМПАНІЇ» «ВОДОГРАЙ» [27].

										Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Таблиця 7.1 Основні технічні параметри УФ установки «Водограй»

Показник	Величина
Максимальна продуктивність, м <sup>3</sup> /годину	3 150
Середня продуктивність, м <sup>3</sup> /добу (м <sup>3</sup> /годину)	<b>50 000 (2 080)</b>
Доза УФ опромінення при прозорості води, яка дорівнюється 45% (коефіцієнт поглинання УФ опромінення – 0,55 см <sup>-1</sup> )	40 мДж/см <sup>2</sup>
Тип УФ лампи	амальгамна
Ресурс УФ лампи	16 000 годин
Кількість УФ ламп	176 шт.
Напруга живлення	380/220 В, 3 ф.
Частота електричної мережі	50/60 Гц
Потужність у режимі максимальної продуктивності	90 кВт
Середня потужність	<b>60 кВт</b>
Коефіцієнт потужності (cos φ)	0,96

Собівартість знезараження 1м<sup>3</sup> води складе 1,1 грн. В порівнянні собівартість повної очистки на спорудах БХО 1 м<sup>3</sup> стічної води дорівнює 8,33 грн.

Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

PM.00.01.ПЗ

Лист

## 7. РОЗРАХУНОК ВІДВЕРНЕНОГО ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ЗБИТКУ

Природоохоронні заходи і програми мають відповідати інтересам охорони довкілля і здоров'я людини і забезпечувати максимальний загальноекономічний ефект, складовими якого є екологічний і соціально-економічні рівні природоохоронної діяльності.

Під економічним збитком від деградації навколишнього середовища або еколого-економічним збитком розуміється грошова оцінка негативних змін у навколишнім середовищі в результаті її забруднення, у якості й кількості природних ресурсів, а також наслідків таких змін.

Величину еколого-економічного збитку можна представити у вигляді суми різних видів витрат, збитків від деградації навколишнього середовища. Економічна оцінка відверненого річного збитку в результаті очищення та скиду очищених побутових стічних вод у водойми деяким джерелом (або кількома) здійснюється за формулою [28]:

$$Y_g = \gamma \cdot \sigma \cdot \Delta M$$

- де:  $\gamma$  - константа, що завдає розмір шкоди при надходженні в природне середовище 1т умовних забруднюючої речовини, грн/ум.т;  
 $\sigma$  - басейновий коефіцієнт, що залежить від народногосподарського значення водного джерела, що зазнає забруднення;  
 $\Delta M$  - порівняна маса усіх забруднюючих речовин, що надходять у водойми, ум.т/рік.

$$\Delta M = M_1 - M_2$$

- де:  $M_1$  - Приведена маса річного скидання забруднень підприємством  
 - (виробництвом) до впровадження в дію водоохоронного

					<i>PM 00.01.ПЗ</i>		
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Каритний Ю.А</i>				<i>Еколого-економічні розрахунки</i>		
<i>Перевір.</i>	<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Суворін О.В.</i>						
					<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
					<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО- 19зм</i>		

спорудження (заходу), ум.т /рік

$M_2$  - приведені маси річного скидання забруднень підприємством (виробництвом) після запровадження в дію водоохоронного спорудження (заходу), ум.т /рік

Значення величин  $M_1$  і  $M_2$  визначається за формулою :

$$M_1 = \sum_{i=1}^n Ai \cdot m_i^1 ;$$

$$M_2 = \sum_{i=1}^n Ai \cdot m_i^2 ,$$

де:  $i$  - вид забруднення (інгредієнта),  
 $n$  - число забруднюючих компонентів у скиданні направляється у водяний об'єкт;  
- показник відносної агресивності забруднення, ум. т/т;  
 $m_i^1, m_i^2$  - маса забруднення  $i$  -го виду, що скидається у водойму протягом року до і після запровадження в дію водоохоронного спорудження, т/рік.

$Ai$  -

Чисельне значення  $Ai$  можна визначити за формулою (для деяких речовин значення  $Ai$  наведені в таблиці (додаток 3)

$$Ai = \frac{I(\text{г}/\text{м}^3)}{\text{ГДК}_{\text{вр}}(\text{г}/\text{м}^3)} \text{ ум. т./т.},$$

де:  $\text{ГДК}_{\text{вр}}$  - гранично припустима концентрація  $i$ -ої речовини у воді водяних об'єктів, використовуваних для рибогосподарських цілей, г/м<sup>3</sup>; при відсутності затвердженого  $\text{ГДК}_{\text{вр}}$  допускається використовувати  $\text{ГДК}_{\text{вр}}$  для водойм організаційно - товарного і культурно - побутового водовикористання. Для тих речовин, для яких у списку  $\text{ГДК}_{\text{вр}}$  зазначена "відсутність" дозволено застосовувати значення  $Ai = 5 \cdot 10^4$  ум т/т. Оскільки гранично

припустиме значення БСК<sub>повн</sub> дорівнює 3 г/м<sup>3</sup>, то А<sub>БСКповн</sub> = 0,33 ум.т./т.

$$m_i = C_i \cdot V_i \text{ т/рік}$$

де:  $C_i$  - Концентрація  $i$ -ої домішки в стічній воді в г/м<sup>3</sup>

$V_i$  - річний обсяг стічних вод, у яких міститься домішка  $i$ -го виду, млн. м<sup>3</sup>/рік.

Таблиця 7.1

Розрахункові дані для визначення еколого-економічного збитку

	ГДКвр, г/м <sup>3</sup>	$A_i$ , ум.т/т	$C_{iex}$ , г/м <sup>3</sup>	$C_{iex}$ , г/м <sup>3</sup>	$m_{iex}$ т/ рік	$M_1$ , ум.т/рік	$m_{iex}$ т/рік	$M_2$ ум.т/рік
ХСКбіхр	30	0,03	95	50	519,7	15,6	273,9	8,2
БСК повн	3	0,33	14	6,5	76,6	25,3	47,5	15,7
Азот амонійний	0,5	2	1,3	1,1	7,1	14,2	6	12
Азот нітритний	0,08	12,5	0,2	0,1	1,1	13,8	0,5	6,3
Азот нітратний	40	0,025	9,4	9	51,4	1,3	49,2	1,2
Фосфор	3,5	0,28	5	2,8	27,4	4,9	15,3	4,3
Завислі речовини	20	0,05	130	60	711	35,6	274,2	13,6
$\Sigma$						110,7		61,3

Річний обсяг стічних вод складає 15 000 x 365 = 5470000 м<sup>3</sup>/рік

$m_{iex}$ :

ХСКбіхр 5470000 x 95 = 519,7 т/рік;

БСК повн 5470000 x 14 = 76,6 т/рік;

Азот амонійний 5470000 x 1,3 = 7,1т/рік;

Азот нітритни 5470000 x 0,2 = 1,1 т/рік;

Азот нітратний 5470000 x 9,4 = 51,4 т/рік;

Фосфор 5470000 x 5 = 27,4т/рік;

									Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

PM.00.01.ПЗ

Завислі речовини  $5470000 \times 130 = 711$  т/рік;

$m_{i \text{ вих}}$ :

$XCK_{\text{біхр}} 5470000 \times 50 = 273,9$  т/рік;

$BCK_{\text{повн}} 5470000 \times 6,5 = 47,5$  т/рік;

Азот амонійний  $5470000 \times 1,1 = 6$  т/рік;

Азот нітритний  $5470000 \times 0,1 = 0,5$  т/рік;

Азот нітратний  $5470000 \times 9 = 49,2$  т/рік;

Фосфор  $5470000 \times 2,8 = 15,3$  т/рік;

Завислі речовини  $5470000 \times 60 = 274,2$  т/рік;

$$M_{\text{ex}} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i^1 = 519,7 \times 0,03 + 76,6 \times 0,33 + 7,1 \times 2 + 1,1 \times 12,5 + 51,4 \times 0,025 \\ + 27,4 \times 0,28 + 711 \times 0,05 = 110,7 \text{ ум.т/рік}$$

$$M_{\text{вух}} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i^1 = 365 \times 0,03 + 47,5 \times 0,33 + 8 \times 2 + 0,7 \times 12,5 + 65,7 \times 0,28 + \\ 20,4 \times 0,28 + 438 \times 0,05 = 61,3 \text{ ум.т/рік}$$

$$\Delta M = 110,7 - 61,3 = 49,4 \text{ ум.т/рік}$$

$$Y_g = \gamma \cdot \sigma \cdot \Delta M = 97 \times 133,99 \times 49,4 = 641622 \text{ грн/рік}$$

Таким чином, відвернений еколого-економічний збиток при впровадженні природоохоронного заходу складає 641622 грн/рік.

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9.ОХОРОНА ПРАЦІ

### 9.1 Загальні вимоги з питань охорони праці на виробництві

Охорона праці - це система законодавчих, організаційно-технічних, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних мір і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я й працездатності людини в процесі праці. Завдання охорони праці полягає в тому, щоб звести до мінімуму ймовірність поразки працюючого під дією небезпечного виробничого фактора або захворювання під дією шкідливого виробничого фактора з одночасним забезпеченням комфортних умов при максимальній продуктивності праці. Закон України "Про охорону праці" визначає основні положення по реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності; регулює взаємини між адміністрацією і працівником в незалежності від форм власності; встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Завданням законодавства про охорону навколишнього природного середовища є регулювання відносин у галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій та природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною [29]. Згідно закону України «Про підприємства в Україні» усі роботодавці повинні турбуватись про дотримання у своїй діяльності вимог законів України стосовно охорони праці та навколишнього природного середовища.

Структура управління охороною праці на підприємстві. Система управління охороною праці (СУОП) є комплексом дій з підготовки, прийняття та реалізації рішень з метою виконання організаційних, технічних, санітарно-

					<i>PM 00.01.ПЗ</i>		
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Каритний Ю.А</i>			<i>Охорона праці</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>					
					<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
					<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм</i>		



гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів. Головна мета введення СУОП на підприємстві збереження життя, здоров'я та працездатності працівників під час трудового процесу. Управління охороною праці здійснюється: на підприємстві у цілому — директором підприємства безпосередньо та через заступника. У підрозділах та відділах — керівниками підрозділів. Контроль за дотриманням вимог із питань охорони праці та навколишнього середовища, підготовка звітності, рішень та пропозицій щодо покращення умов праці, виконує фахівець із охорони праці.

Під час роботи необхідно дотримувати оптимальні метеорологічні умови. Оптимальні метеорологічні умови - сполучення параметрів, які при тривалому й систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального функціонального й теплового стану організму без напруження реакцій терморегуляції. Параметри мікроклімату в приміщенні повинні відповідати ГН 3.3.5-8-6.6.1-2002 [30]. Параметри мікроклімату дотримуються із урахуванням категорії роботи за енерговитратами. Для підтримки в приміщенні оптимального температурного режиму відповідно до вимоги ДБН В.2.5-67:2013 [31] є централізоване опалювання і вентиляція. У теплий період року використовується конденсація.

Освітлення. Особливістю роботи за дисплеєм ЕОМ є постійна й значна напруга функцій зорового аналізатора, обумовленого необхідністю розходження самосвітних об'єктів (символів, знаків і т.п.) при наявності відблисків на екрані, рядковій структурі екрана, мерехтіння зображення, недостатньою чіткістю об'єктів розходження. Для забезпечення нормального освітлення застосовуються природне бокове одностороннє й штучне освітлення, які нормуються ДБН В.2.5-28-2006 [32]. По характеру зорової роботи, робота відноситься до високої точності, розряд зорової роботи III, підрозряд г. Рациональне освітлення приміщення сприяє кращому виконанню виробничого завдання і забезпеченню комфорту при роботі. Для забезпечення нормального освітлення застосовуються природне, однобічне, бічне і штучне освітлення, а також сполучене, які нормуються санітарними нормами й

						Лист
					PM.00.01.ПЗ	
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

правилами ДБН В.2.5-28-2006 [32]. Приміщення з постійним перебуванням людей повинно мати, як правило, природне освітлення. При виконанні роботи використовувалося природне одностороннє бокове й штучне освітлення. Нормативне значення бути не менш коефіцієнта освітлення 1,5% при роботі, тому потрібно застосовувати штучне освітлення (згідно ДБН В.2.5-28-2006 [32]).

У приміщенні технічного відділу причинної шуму і вібрації являються апарати, прилади і устаткування: друкуючі пристрої, комп'ютери, вентилятори, кондиціонер та ін. При їхній роботі рівень вібрації не вище 33 дБ, рівень шуму не повинен перевищувати 50 дБА, що є нормою для даного виду діяльності відповідно до НПАОП 0.00-1.28-2010 [33]. Заходи по забезпеченню встановлених норм: використання спеціальних шум-поглинаючих перегородок. Застосування меблів, які сприяють зменшенню шуму і вібрації, установка апаратів і приладів на спеціальні амортизуючі підкладки.

Електробезпека. Для живлення устаткування (ПЕОМ, освітлювальні прилади) які є однофазними споживачами використовується трифазна мережа 380/220В частотою 50Гц з глухо заземленою нейтралі. Із цієї причини при роботі з електроприладами існує потенційна небезпека ураження людини електричним струмом, тому в правилах устрою електроустановок (ПУЕ - [34]) передбачені наступні заходи електробезпеки: конструктивні, схемно-конструктивні й експлуатаційні. Конструктивні - вимоги що забезпечують захист від доторкання персоналу до струмоведучих частин. Схемно-конструктивним заходом захисту є занулення електрообладнання у приміщенні. Для користувача ПЕОМ важливим є дотримання правил безпеки експлуатації електрообладнання. Так, заборонено доторкатися до дротів та з'єднань при наявності напруги в мережі, а також самостійно проводити ремонт електрообладнання. Усі питання щодо ремонту налагодження та інше, можуть виконувати тільки електрики та відповідні фахівці, які мають допуск до роботи із електрообладнанням певної категорії.

						РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

## 9.2 Охорона праці при роботі з бактерицидними випромінювачами

Роботу з джерелами УФ випромінювачами регламентує «Інструкція з охорони праці при виконанні робіт з санітарної обробки за допомогою бактерицидних випромінювачів» [35].

Роботи з бактерицидними опромінювачами відносяться до робіт з підвищеною небезпекою відповідно до п.п. № № 4, 33, 40 Переліку робіт з підвищеною небезпекою, затв. Держнаглядохоронпраці 30.11.1993, № 123 [36].

До самостійного виконання робіт з санітарної обробки за допомогою бактерицидних опромінювачів допускаються особи, які:

- досягли 18 років;
- пройшли медичний огляд відповідно до наказу № 45 Міністерства охорони здоров'я України від 30 березня 1994 р. та не мають медичних протипоказань;
- пройшли навчання, інструктаж з питань охорони праці, в тому числі при виконанні робіт з підвищеною небезпекою, подання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, про правила поведінки при виникненні аварій.

Особи, які проводять роботи з санітарної обробки за допомогою бактерицидних опромінювачів зобов'язані:

- вміти користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;
- дотримуватися зобов'язань з охорони праці, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором) та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства, в тому числі:
  - своєчасно розпочинати і закінчувати роботу, дотримуватися технологічної та обідньої перерв;
  - не виконувати роботи, непередбачені змінним завданням;
  - не знаходитися на роботі в позаробочий час без відповідного дозволу та керівника.

При проведенні робіт з санітарної обробки за допомогою бактерицидних опромінювачів працівники можуть наражатися на вплив небезпечних та

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

шкідливих виробничих чинників:

**ФІЗИЧНИХ:**

- підвищений рівень ультрафіолетового випромінювання;
- підвищена температура поверхні обладнання та матеріалів;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена або знижена рухомість повітря;
- небезпечне значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися крізь тіло людини;
- недостатня освітленість робочої зони;
- гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхні заготівель, інструментів та обладнання.

**ХІМІЧНИХ:**

- токсична та дратуюча дія шкідливих речовин, які є у приміщеннях та обладнанні, де проводиться санітарна обробка.

При дії на кисень повітря ультрафіолетового випромінювання, яке утворюють бактерицидні опромінювачі, утворюється озон. Це газ, що володіє своєрідним запахом і при великих концентраціях нагадує запах хлору. Гранично допустима концентрація озону у приміщеннях 0.001 мг/л. Збільшення озону в повітрі до 0.002-0.003 мг/л викликає подразнення слизової оболонки носу, горла та очей.

При великих концентраціях озон діє на організм отруйно: з'являється подразнення дихальних шляхів, кашель, блювання, головний біль, запаморочення, сильна втома, можливий різкий занепад серцевої діяльності. Опромінення бактерицидними опромінювачами може викликати болісний опік шкіри обличчя і рук.

При виконанні своїх обов'язків особи, які обслуговують бактерицидні опромінювані, зобов'язані дотримуватися вимог санітарних норм та особистої гігієни:

- приступати до роботи тільки у засобах індивідуального захисту, які відповідають вимогам до приміщення відповідного класу чистоти;

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

після роботи вимити забруднені частини тіла.

Виробничому персоналу, який проводить санітарну обробку чистих приміщень усіх класів, рекомендується:

- мити голову 1-2 рази на тиждень і носити коротку стрижку;
- верхній одяг та особисті речі зберігати у гардеробі в індивідуальній шафі.

Вимоги безпеки перед початком роботи. Перед початком роботи виробничий персонал повинен:

- прийняти душ, вимити і обробити дезінфекційними розчинами руки;
- перевірити і одягти засоби індивідуального захисту;
- включити припливно-витяжну вентиляцію за 15-20 хвилин до початку роботи;
- візуально перевірити цілісність бактерицидних опромінювачів, ізоляцію електропроводів, електророз'ємів;
- при застосуванні відкритих опромінювачів упевнитися у відсутності людей у приміщеннях, що обробляються;
- встановити час включення опромінювачів;
- переносні екрановані опромінювачі встановлювати так, щоб потік променів був спрямований у верхню частину приміщення під кутом, не менше 5° від горизонтальної площини, яка проходить через центр опромінювача;
- перевірити установлену потужність опромінювача, яка не повинна перевищувати 1 Вт/м.

Забороняється застосування неекранованих опромінювачів у присутності людей, бо ультрафіолетове проміння викликає захворювання очей (кон'юнктивіт). Відкриті та екрановані бактерицидні опромінювачі повинні мати різні вимикачі для їх роздільного включення. Вимикачі для відкритих опромінювачів слід розміщувати поза виробничого приміщення і обладнати сигнальним написом «Горять бактерицидні опромінювачі». Застосування відкритих опромінювачів повинно здійснюватись при відсутності людей у перервах між роботою, вночі або у спеціально відведений час. При виявлених несправностях обладнання та засобів колективного захисту сповістити

керівника робіт (відповідального за проведення даної роботи) та не приступати до роботи до усунення виявлених несправностей.

Вимоги безпеки під час роботи.

Опромінення відкритими опромінювачами повинно тривати не більш однієї години. Екрановані опромінювачі можуть працювати до 8 годин, через кожні 1.5-2 години безперервної роботи опромінювачів у повітрі може відчуватись характерний запах озону, в цьому випадку рекомендується вимкнути опромінювачі на 30-60 хвилин. При необхідності короткочасної присутності у приміщенні, де горять відкриті опромінювачі, обслуговуючий персонал повинен бути забезпечений захисними окулярами. У виробничих приміщеннях, обладнаних бактерицидними опромінювачами, повинен бути встановлений фото-електричний газоаналізатор озону (діапазон вимірів концентрацій озону — 0.002 мг/л, чутливість — 0.0002 мг/л), для здійснення безперервного контролю гранично допустимої концентрації озону у повітрі робочої зони, що утворюється при горінні бактерицидних опромінювачів.

Бактерицидні опромінювачі не виробляються у вибухозахищеному виконанні, тому їх не застосовують у вибухо- та пожежонебезпечних зонах, визначених відповідно до ПУЕ.

Через кожні 1500 годин роботи бактерицидні опромінювачі слід замінювати на нові. У приміщеннях, де встановлені бактерицидні опромінювачі, необхідно стежити за безперервною роботою вентиляції. При виявленні під час роботи несправностей на робочому місці, в обладнанні та засобах колективного захисту зупинити роботу, вимкнути обладнання, прилади. Повідомити про це керівнику робіт та без його вказівки роботу не відновлювати.

Порядок повідомлення адміністрації про нещасний випадок:

Про кожний нещасний випадок свідок, працівник, який його виявив, або сам потерпілий повинні терміново повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу посадову особу і вжити заходів до надання необхідної допомоги. Зберегти до прибуття комісії з розслідування обстановку на робочому місці та

									Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

устаткування у такому стані, в якому вони були на момент події (якщо це не загрожує життю та здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків у ситуації, що склалася.

Вимоги безпеки після закінчення роботи. Вимкнути бактерицидні опромінювачі. Після закінчення роботи зробити запис у «Журналі обліку роботи бактерицидних опромінювачів», що повинен бути заведений на кожний бактерицидний опромінювач у цеху. За ведення журналу несе відповідальність призначення наказом власника підприємства посадова особа.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

В даній магістерській роботі проведений аналітичний огляд методів доочищення та знезараження стічних вод. Так як питання глибокої доочистки та знезараження дуже великі за обсягом, більшою мірою нас зацікавили методи знезараження.

На основі аналізу літературних джерел проведена порівняльна характеристика методів знезараження. В кожних конкретних умовах вибір методу знезараження залежить від цілого ряду факторів, і, насамперед, від якісного та кількісного складу стічних вод. Найбільш екологічно чистий, надійний, високоефективний, простий в експлуатації відмічений метод УФВ.

В роботі наведені відомості також, про найбільш перспективні методи окислювання, що об'єднані терміном АОР (Advance Oxidation Processes), які охоплюють великий діапазон фізичних та хімічних методів, здатних не тільки знезаражувати, але й очищувати від низьких концентрацій забруднювачів. За допомогою цих методів відмічається висока якість знезараження, яка обумовлена синергічним ефектом. Особливо перспективне застосування ультрафіолет-озонової технології для очищення та знезараження води.

Як модельна ситуація розробки технології доочистки та знезараження розглянута технологія доочистки та знезараження стічних вод на спорудах БХО ПрАТ «Севєродонецьке об'єднання АЗОТ». Для глибокої доочистки на даному виробництві застосовується доочистка в 4-х секційних біологічних ставках, а знезараження відбувається рідким хлором (зараз гіпохлоритом натрію). Концентрація залишкового хлору дорівнює 1,5 мг/дм<sup>3</sup>. Згідно до розрахованого матеріально балансу і значення стадії доочищення, а саме - вилучення залишкових кількостей забруднень, біологічні ставки та фільтри виконують свою функцію.

					<i>PM 00.01.13</i>		
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Каритний Ю.А</i>			<i>Висновки</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>					
					<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
					<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм</i>		



Максимальний ефект очищення спостерігався при вилученні забруднень по показнику ХСК – 61%, БСК<sub>повн</sub> - 54%, та по завислих речовинах - 53,8%. Мікробіологічні показники відповідають нормативним значенням.

Так як метод хлорування має суттєві недоліки – велика небезпека під час експлуатації споруд, утворення побічних токсичних продуктів, обґрунтовано використання для знезараження методу ультрафіолетового випромінювання.

Для знезараження УФВ обрано самопливну лоткову УФ установку з амальгамними лампами низького тиску «Водограй» ООО «Харківська інженерна компанія».

Згідно до умов знезараження – обробці підлягають комунальні стічні води, потужністю 15000м<sup>3</sup>/добу нами обраний самопливний лотковий тип УФ установки із зануреним паралельним до потоку розташуванням ламп.

В УФ установках з амальгамними лампами низького тиску ртуть міститься у звязаному вигляді – амальгами ртуті, що забезпечує високу ступінь безпеки в разі порушення цілісності колби лампи. Необхідна ефективність знезараження досягається установками з лампами як низького, так і середнього тиску, але витрати енергії на знезараження стоків установкою з УФ лампами низького тиску у 4 рази менші, ніж при знезараженні лампами середнього тиску.

Після повної біохімічної очистки комунальні стічні води мають вміст завислих речовин 15-20 мг/дм<sup>3</sup>, тому для їх знезараження необхідно застосовувати установки з УФ дозою в межах від 30 мДж/см<sup>2</sup> до 40 мДж/см<sup>2</sup>. Якщо враховувати, що ця категорія стічних вод має високий ступінь мікробіологічного забруднення – в ній можуть міститися хворотворні бактерії (туберкульозу, паратифу, дифтерії та ін.) різні віруси (наприклад, вірус гепатиту, ротавірус) доза УФ повинна бути максимальною – 40 мДж/см<sup>2</sup>.

Відвернений еколого-економічний збиток при впровадженні природоохоронного заходу складає 641622 грн/рік.

						РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

## АНОТАЦІЯ

На основі аналізу літературних джерел показані переваги та недоліки технологій знезараження стічних вод. Запропонований високоефективний і надійний метод знезараження УФ випромінюванням. Рекомендовано впровадження лоткових УФ установок з амальгамними лампами низького тиску, з дозою УФ випромінювання 30 - 40 мДж/см<sup>2</sup>.

## АННОТАЦИЯ

На основе анализа литературных источников показаны преимущества и недостатки технологий обеззараживания сточных вод. Предложено высокоэффективный и надежный метод обеззараживания УФ излучением. Рекомендовано внедрение лотковых УФ установок с амальгамными лампами низкого давления, с дозой УФ излучения 30 - 40 мДж/см<sup>2</sup>.

## ANNOTATION

Based on the analysis of literature sources, the advantages and disadvantages of wastewater disinfection technologies are shown. Offer a highly effective and reliable method of UV disinfection. It is recommended to introduce tray UV installations with low pressure amalgam lamps, with a UV radiation dose of 30 - 40 mJ / cm<sup>2</sup>.

					<i>PM 00.01.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Анотація</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Каритний Ю.А</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Блінова Н.К.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Суворін О.В.</i>			<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм</i>			

## Л і т е р а т у р а

1. Злобін Ю.А. Основи екології. – Київ: Лібра, 1998. – 248 с.
2. Экология города. П/р Стольберга Ф.В. – Киев: «Либра», 2000.- 464с.
3. Блінова Н.К., Мохонько В.І., Саломашина С.О., Суворін О.В. Екологічна стандартизація і сертифікація: Навч. посібник. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – 124 с.
4. Гончарук В.В и др. Разработка эколого-гигиенической классификации качества поверхностных вод Украины. – Химия и технология воды т.25, №2, 2003 - с.106-128.
5. Водний кодекс України (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, № 24, ст.189).
6. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения : СанПиН № 4630-88. – М.: М-во здравоохранения СССР, 1988. – 110 с.
7. Інструкція про порядок розробки та затвердження гранично допустимих скидів (ГДС) речовин у водні об'єкти із зворотними водами / Затвержена наказом Мінекобезпеки України від 15.12.94 р. №116.
8. Основи екології та охорони навколишнього природного середовища. - Навчальний посібник З/р Джигерея В.С. – Львів – 1999. – 234с.
9. Бедрій Я.І. і ін. Основи екології та охорона природи. – Львів, Укрпошта, 1999. – 238 с.
10. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов; под ред. Ю.В. Воронова. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 704 с.
11. Хенце М. и др. Очистка сточных вод.- М: Мир, 2006. – 480с.
12. Строительные нормы и правила СНиП 2.04.03 – 85 Канализация. Наружные сети и сооружения.- М.: Стройиздат, 1985. –89с.
13. ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні

					<i>PM 00.01.ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Каритний Ю.А</i>				<i>Література</i>	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Блінова Н.К.</i>							
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Суворін О.В.</i>							
						<i>СНУ ім В.Даля гр ПЕО-19зм</i>		

положення проектування». – Київ, 2012. – 206с.

14. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. (Справочное пособие к СНиП). – М.: Стройиздат, 1990. – 192с.

15. Яковлев С.В., Карюхина Т.А. Биохимические процессы в очистке сточных вод. – М.: Стройиздат, 1990. -107с.

16. Долина Л.Ф. Новые методы и оборудование для обеззараживания сточных вод и природных вод. – Днепропетровск: Континент, 2003.- 218с.

17. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П. Образование токсичных продуктов при использовании различных окислителей для очистки воды.// Водоснабжение и санитарная техника. – 2002. - №2. –С.9-12.

18. Гончарук В.В., Потапченко Н.Г. Современное состояние проблемы обеззараживания воды // Химия и технология воды. – 1998, т.20, №2. – с. 190-213.

19. Шаляпін С.М., Шаляпіна Т.С. Знезараження стічних вод за допомогою ультрафіолетового випромінювання (частина 1) // Виробничо-практичний журнал «Водопостачання та водовідведення. – 2016. - №5. – С.58-62.

20. Шаляпін С.М., Шаляпіна Т.С. Знезараження стічних вод за допомогою ультрафіолетового випромінювання (частина 2) // Виробничо-практичний журнал «Водопостачання та водовідведення. – 2016. - №6. – С.42-48.

21. Временный технологический регламент цеха НОПС (книга 1). – Северодонецк, 2003.

22. ДСанПіН 2.2.4-171-10 (ДСанПіН 2.2.4-400-10). Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною.

23. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984.- 448с.

24. ДСанПіНу N 383/1940 "Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання".

25. Бауков Є,В, Особливості знезараження стічних вод ультрафіолетом після повної біохімічної очистки // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Майбутній науковець – 2017» 1 грудня 2017р.,

					PM.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Сєверодонецьк: [Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля], – Ч.1, С.343-345.

26. Шаляпін С.М., Штонда Ю.И., Шаляпіна Т.С. Порівняння різних методів знезараження стічних вод // Виробничо-практичний журнал «Водопостачання та водовідведення. – 2013. - №13. – С.20-25.

27. ООО «ХАРЬКІВСЬКА ІНЖЕНЕРНА КОМПАНІЯ»  
<http://www.ukrengineer.com/>

28. Маслош О.В. Методичні вказівки до виконання еколого-економічних розрахунків в дипломних проектах. – Сєверодонецьк, 2006 -52с.

29. Екологія і закон. Екологічне законодавство України. Кн.1,2 – Київ: Юрінком Інтер, 1998.

30. Гігієнічні нормативи ГН 3.3.5-8-6.6.1 2002 р. Видання офіційне Київ, 2001 рік –46 с.26.

31. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування . -К.: Мінрегіон України, 2013.-147 с27

32. ДБН.В.2.5 –28-2006 . Природне і штучне освітлення. –К.: Мінбуд України, -2008 –74 с.28.

33. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин/ Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 19 квітня 2010 р. за N 293/1758829.

34. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ.–Харків.: Форт –2011 –728 с.

35. ПІ 1.9.10.-019-1999. Прмірна інструкція з охорони праці при виконанні робіт з санітарної обробки за допомогою бактерицидних опромінювачів (3173).

36. Перелік робіт з підвищеною небезпекою, затв. Держнаглядохоронпраці 26.01.2003, № 15.

					РМ.00.01.ПЗ	Лист
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		