

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Володимира Даля

Факультет інженерії  
(повне найменування факультету)  
Кафедра хімічної інженерії та екології  
(повна назва кафедри)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

освітньо-кваліфікаційного рівня магістр  
(бакалавр, магістр)  
напряму підготовки 101– Екологія  
(шифр і назва напряму підготовки)  
спеціальності \_\_\_\_\_  
(шифр і назва спеціальності)  
на тему Підвищення ефективності знезараження питної води в Україні

Виконав: здобувач вищої освіти групи ПЕО-19дм

Руденко Н.Ю.  
(прізвище, та ініціали)

.....  
(підпис)

Керівник Лисиця В.Є  
(прізвище та ініціали)

.....  
(підпис)

Завідувач кафедрою Суворін О.В.  
(прізвище та ініціали)

.....  
(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

.....  
(підпис)

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**імені Володимира Даля**

Факультет \_\_\_\_\_ інженерії \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ хімічної інженерії та екології \_\_\_\_\_

Освітньо-кваліфікаційний рівень \_\_\_\_\_ магістр \_\_\_\_\_

(бакалавр, магістр)

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_ 101 – екологія \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

Спеціальність \_\_\_\_\_

(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

***Руденко Нікіти Юрійовича***

**1. Тема проекту (роботи) :**

Підвищення ефективності знезараження питної води в Україні

**Керівник проекту (роботи)** Лисиця В.Є., доц., к.г.н..

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по інституту від 02.09.2020 р. № \_\_\_\_\_ .

**2. Строк подання здобувачем вищої освіти проекту (роботи) - 15 січня 2020 р.**

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

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

Вступ. Аналітичний огляд. Обґрунтування обраного напрямку наукових досліджень. Теоретична частина Характеристика промислового підприємства (природоохоронного об'єкту) Оцінка впливу промислового підприємства (природоохоронного об'єкту) на навколишнє середовище Експериментальна частина Прикладна частина Охорона праці, протипожежна безпека та безпека в надзвичайних ситуаціях Еколого-економічні розрахунки Висновки. Анотація. Література. Додатки.

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

**6. Дата видачі завдання - 17 вересня 2020 року.**

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор №	Назва етапів дипломної роботи (проекту)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ	25.10.2020	
2	Аналітичний огляд	03.11.2020	
3	Обґрунтування обраного напрямку наукових досліджень	27.11.2020	
4	Теоретична частина	31.11.2020	
5	Характеристика промислового підприємства (природоохоронного об'єкту)	07.12.2020	
6	Оцінка впливу промислового підприємства (природоохоронного об'єкту) на навколишнє середовище	21.12.2020	
7	Експериментальна частина	25.12.2020	
9	Прикладна частина	05.01.2021	
10	Охорона праці, протипожежна безпека та безпека в надзвичайних ситуаціях		
11	Еколого-економічні розрахунки		
12	Висновки. Додатки	10.01.2021	

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_ Руденко Н.Ю.  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник проекту (роботи)

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

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	При мітка
					<b><u>Текстові документи</u></b>		
	A4		1		Пояснювальна записка дипломного проекту	9 0	
					<b><u>Графічні документи</u></b>		
Страв. №	A3		2		Технологічна схема	1	
	A3		3		Контактний апарат. Вид загальний	1	
	A3		4		Контактний апарат. Вузли і деталі.	1	
	A3		5		Техніко-економічні показники	1	
Подп. и дата							
Взам. инв. №							
Инв. № подл.	Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Літ.	Арк
	Розробив		Руденко				
	Перевірів		Лисиця				4
	Консульта нт						90
	Н. Контр.						
	Затвердив		Суворін				
					Відомість дипломного проекту		
						СНУ ім. В. Даля, гр. ПЕО-19дм	



## Реферат

Даний дипломний проект складається зі 95 сторінок, 12 таблиць, 81 найменувань літературних джерел.

АТМОСФЕРА, ГІДРОСФЕРА, ЛІТОСФЕРА, УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ, МЕТОДИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ, ХЛОРУВАННЯ, ОЗОНУВАННЯ, УЛЬТРАФІОЛЕТУВЕ ОПРОМІНЕННЯ.

Мета роботи провести аналіз і порівняти існуючі методи знезараження питної води в Україні і запропонувати найбільш доцільний метод дезінфекції з екологічної та економічної точки зору.

В роботі виконано техніко-економічний аналіз варіантів знезараження питної води при організації централізованого водопостачання. Розглянуто різні сучасні методи дезінфекції питної води, які використовуються як на території України, так і в західних країнах. Застарілий спосіб хлорування в нашій країні є хоч і економічно дешевим, але далеко не найбезпечнішим з точки зору його транспортування і зберігання, а так само якостей, які набуває вода, після обробки цим дезинфектантом. Запропановано альтернативні способи поліпшення якості води, використовуючи найчастіше кілька методів відразу, що допомагає домогтися кращих результатів

						Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Зміст

Реферат .....	4
1. Аналітичний огляд .....	6
<b>1.1. Характеристика основних джерел бактеріологічного забруднення гідросфери абруднення води.....</b>	<b>8</b>
1.2 Загальна характеристика існуючих методів знезараження .....	10
1.1.1 Метод хлорування .....	12
1.1.2 Первинне озонування .....	26
1.1.3 Метод УФ-опромінення .....	28
1.3. Огляд патентної літератури .....	35
Висновки за аналітичним оглядом .....	37
2 Обґрунтування обраного напрямку наукових досліджень .....	38
3 Теоретична частина.....	44
3.1 Загальна характеристика об'єкту дослідження.....	44
3.2 Методика санітарного обстеження джерела водопостачання .....	45
3.3 Методи та методики аналітичного контролю .....	50
3.4 Експериментальна частина .....	57
4 Прикладна частина.....	
5. Охорона праці, протипожежна безпека та безпека в надзвичайних ситуаціях .....	64
5.1 Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, пожежо- та вибухонебезпечність речовин, що застосовано .....	65
5.2 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори екотехнології.....	66
<b>5.3 Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів.....</b>	<b>68</b>
<b>5.4 Безпека у надзвичайних ситуаціях.....</b>	<b>73</b>
<b>6. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ УФ- ВИПРОМІНЮВАЧА ТА ХЛОРУВАННЯ МАЛИМИ ДОЗАМИ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ.....</b>	<b>79</b>
6.1. Розрахунок ризиків .....	81
6.3. Розрахунок розміру відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок забруднення підземних вод забруднюючими речовинами .....	84
Висновки .....	89
Анотація .....	91
Список використаної літератури .....	94
Додатки .....	102

					Арк.
					5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	

## Вступ

У наш час проблема ефективного знезараження води залишається актуальною у зв'язку з існуючим ризиком виникнення і поширення захворювань, пов'язаних з вживанням недоброякісної питної води. На практиці найбільш поширені три способи знезараження води: реагентна обробка (хлором або його сполуками), ультрафіолетове (УФ) опромінення і озонування.

Проблема питного водопостачання зачіпає дуже багато сторін життя людського суспільства протягом всієї історії його існування. На питні та побутові потреби, комунальних об'єктів, лікувально-профілактичних установ, а також на технологічні потреби підприємств харчової промисловості витрачається близько 5-6% загального водоспоживання. Технічно забезпечити подачу такої кількості води неважко, але потреби повинні задовольнятися водою певної якості, так званої питної води.

Найбільш кризова ситуація сьогодні склалася в Луганській області, де 24% водопроводів не відповідають санітарним нормам, Донецькій - 17%, Херсонській - 16%, Полтавській - 13%, Житомирській - 12%, Івано-Франківській та Кіровоградській - відповідно 12 і 11%.

Водопостачання і безпечність води - актуальні питання сучасності. А також, безпосередньо, вибір і використання методів, якими відбувається дезінфекція - на порядку денному. Тому необхідно звернути увагу на вибір альтернативних способів обробки питної води, який буде економічно та екологічно доцільним в нашій країні.

Метою даної роботи є аналіз існуючих методів знезараження питної води в Україні і запропонувати найбільш доцільний метод дезінфекції з екологічної та економічної точки зору.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		6



## 1. Аналітичний огляд

Проблема питного водопостачання зачіпає дуже багато сторін життя людського суспільства протягом всієї історії його існування. На питні та побутові потреби, комунальних об'єктів, лікувально-профілактичних установ, а також на технологічні потреби підприємств харчової промисловості витрачається близько 5-6% загального водоспоживання. Технічно забезпечити подачу такої кількості води неважко, але потреби повинні задовольнятися водою певної якості, так званої питної води.

Питна вода - це вода, що відповідає за своєю якістю в природному стані або після обробки (очищення, знезараження) встановленим нормативним вимогам і призначена для питних і побутових потреб людини. Основні вимоги до якості питної води: бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, бути нешкідливою за хімічним складом, мати сприятливі органолептичні властивості. Для задоволення цих вимог використовується цілий комплекс заходів з підготовки питної води.

При повному очищенні поверхневих вод знезараження потрібно завжди, а при використанні підземних вод - тільки тоді, коли мікробіологічні властивості вихідної води цього вимагають. Але використання для пиття і підземних, і поверхневих вод практично завжди без знезараження неможливо. Загрозою для всього людства вважається виснаження і погіршення якості водних ресурсів - джерела питної води та основи життєдіяльності на планеті. Через 30 років половина населення Землі страждатиме від нестачі води. Для України цей час може настати значно раніше, а для жителів 1228 міст, населених пунктів, що користуються привізною водою, він уже настав. Водопостачання і безпечність води - актуальні питання сучасності. Тому необхідно звернути увагу на вибір альтернативних способів обробки питної води, який буде економічно та екологічно доцільним в нашій країні.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

## 1.1.Характеристика основних джерел бактеріологічного забруднення гідросфери

Збереження водних ресурсів від забруднення і виснаження є однією з основних екологічних проблем нашої держави. В Україні спостерігаються значні труднощі з забезпеченням природними ресурсами, зокрема прісною водою, внаслідок якісного та кількісного виснаження природних водоймищ, що пов'язано з забрудненням та нераціональним використанням води. Від інтенсивності й характеру забруднення залежать здатність екосистеми до самоочищення, протидія зовнішнім впливам.

Основними джерелами біологічних забруднень є комунально-побутові стічні води м'ясо і деревообробної промисловості та цукрових заводів. При лабораторному дослідженні такої води виявляють мікроорганізми здатні жити від 30 до 400 діб. Внаслідок спускання у водойми вод з енергетичних об'єктів відбувається теплове забруднення. Тепла вода змінює термічний і біологічний режими водойм, зменшується кількість кисню, збільшується ріст синьо-зелених водоростей, збільшується вміст мікроорганізмів. Інтенсивно забруднюються поверхневі та підземні води при розвідці та збагачуванні корисних копалин. Свердловини та гірничі виробки нерідко порушують суцільність водотривких шарів і внаслідок цього – ізолюваність водоносних горизонтів. Шахтні, рудничні води й супутні води нафтових та газових родовищ часто мають підвищену мінералізацію і містять великі кількості політантів.

На екологічно-навантаженій території Донбасу, Західного Донбасу та Криворізького басейну внаслідок впливу гірничих виробок діючих та закритих шахт підвищився рівень підземних вод, зменшились водо припливи, активізувались процеси осідання земної поверхні, поширились процеси підтоплення на полях раніше затоплених вугільних шахт, що

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

відпрацьовували верхні горизонти і мали гідравлічний зв'язок із шахтами, що закриті.

До головних джерел бактеріологічного забруднення гідросфери належить також сучасне сільське господарство. Стоки від тваринницьких господарств насичені органічними речовинами та хвороботворними бактеріями сприяють органічному та бактеріальному забрудненню природних вод. Бактеріальне забруднення від сільського господарства спричинює спалахи епідемій важких інфекційних хвороб. У водоймищах збільшується кількість біогенних речовин, що містять багато азоту і фосфору, порушується біологічний кругообіг, зменшується вмісту кисню, гинуть водні організми. До 20% добрив та пестицидів, що використовують на полях, потрапляють у водні об'єкти. Поява таких домішок у воді погіршує її органолептичні показники, а в багатьох випадках створює пряму загрозу здоров'ю і життю людей.

Від населених пунктів у річки, озера, та на поля фільтрації поступають побутові комунальні стоки, які містять в собі різноманітні хімічних шкідливі речовини, збудники інфекційних захворювань, таких як вірусний гепатит, дизентерія, паратиф, туляремія. У побутові стоки останнім часом все більше потрапляє синтетичних мийних речовин.

За даними Гідрометеослужби, не відповідала санітарногігієнічним вимогам за санітарно-хімічними показниками кожна шоста з обстежених проб води із системи господарсько-питного постачання. За даними Міністерства водного господарства, у воді багатьох річок середньорічний вміст основних забруднювальних речовин перевищував граничнодопустимі концентрації. Найчастіше випадки забруднень зафіксовано у водах Дніпра, Дністра, Дунаю, Західного Бугу, Південного Бугу, а також у водах річок Приазов'я, Криму та Сіверського Донця.

Економіці України притаманна висока питома вага водомістких та енергоємних технологій, впровадження та нарощування яких здійснювалося

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		9

без будівництва відповідних очисних споруд. Це було можливим за відсутності ефективних діючих правових, адміністративних та економічних механізмів природокористування, без урахування вимог охорони навколишнього середовища, що призвело до значної деградації довкілля України, надмірного забруднення поверхневих і підземних вод, нагромадження шкідливих відходів виробництва. фізикохімічними і бактеріологічними показниками.

Система водопровідно-каналізаційного господарства України нині перебуває у кризовому стані, внаслідок того що переважна більшість споруд побудована більш як 40–50 років тому, при аваріях мережі витoki досягають 30–50 %. Ступінь антропогенного навантаження на водноресурсний потенціал залишається майже на рівні 1990 р..

Значного негативного впливу на довкілля в результаті провадження планованої діяльності при дотриманні технічних і технологічних нормативів, нормативно-правових документів тощо не спостерігається. Суттєвий вплив на довкілля можливий лише у результаті нераціонального використання природних ресурсів, що може призвести до виснаження водоносних горизонтів. Для збереження питної якості води, а також попередження забруднення родовища підземних вод, у відповідності до діючого положення про порядок проектування та експлуатації зон санітарної охорони джерел водопостачання та водогонів господарсько-питного призначення, встановлюються санітарно-захисні зони, в яких запроваджуються спеціальні заходи, що виключають можливість забруднення водозаборів та водоносних горизонтів у районах водозаборів.

## **1.2 Загальна характеристика існуючих методів знезараження**

Природна вода, як правило, не відповідає гігієнічним вимогам, що пред'являються до питної води, тому перед подачею населенню практично

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

завжди необхідне її очищення та знезараження. Споживана людиною для пиття, як і використовувана на різних виробництвах, природна вода повинна бути безпечною в санітарно-епідеміологічному відношенні, нешкідливою за своїм хімічним складом і мати сприятливі органолептичні властивості.

Відомо, що жоден із сучасних методів обробки води не забезпечує її 100%-ого очищення від мікроорганізмів. Але навіть якби система водопідготовки і могла сприяти абсолютному видаленню з води всіх мікроорганізмів, то завжди залишається велика ймовірність вторинного забруднення очищеної води при її транспортуванні по трубах, зберіганні в ємностях, контакті з атмосферним повітрям і т. д.

Знезараження води на водопровідних станціях зазвичай проводиться на двох етапах її обробки:

- первинне знезараження перед вступом води на очисні споруди. Проводиться для відвертання бактерійних обростань споруд, трубопроводів, матеріалу, що фільтрує. Іноді первинне знезараження не робиться;
- вторинне (завершальне) знезараження проводиться перед поданням очищеної води у водопровідну мережу населеного місця.

Завершальному знезараженню піддається вода, що зазвичай вже пройшла попередні стадії очищення: коагуляція, відстоювання, фільтрування і інші види обробки. Тому перед процесом знезараження велика частина мікробіологічних забруднень (до 90-95 %) з води видалена. Причому глибоке освітлення і знебварвлення води є найважливішим чинником санітарної безпеки води, оскільки більшість мікроорганізмів у воді прикріплюються до часток суспензії і колоїдів.

Знезараження здійснюється хімічними і фізичними методами, деякі з них можуть бути застосовані в побутових умовах, інші мають широке поширення в централізованому водопостачанні.

До фізичних методів знезараження відносяться:

- кип'ячення;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

- ультразвукова дія;
- ультрафіолетове опромінення;
- іонізуюче опромінення.

Хімічні методи знезараження:

- обробка води сильними окисниками: озоном, хлором, хлорагентами, перманганатом калію, йодом, пероксидом водню, бромом;
- олигодинамия (дія іонами важких металів - срібла, міді і інших).

Ефективність знезараження води різними речовинами і фізичними діями багато в чому залежить від властивостей води і біологічних особливостей мікроорганізмів - їх стійкості до цих дій.

### 1.1.1 Метод хлорування

У існуючій практиці знезараження питної води хлоруванням використовується найчастіше, як найбільш економічний і ефективний метод порівняно з будь-якими іншими відомими методами. У США 98,6 % вод (переважна кількість) піддається хлоруванню. Аналогічна картина має місце і в Росії, і в інших країнах, тобто у світі в 99 з 100 випадків для дезинфекції використовують або чистий хлор, або хлорвмісні продукти. У США для цих цілей в середньому в рік використовують близько 500 тис. тонн хлору, в Росії - до 100 тис. тонн. Така популярність хлорування пов'язана і з тим, що це єдиний спосіб, що забезпечує мікробіологічну безпеку води у будь-якій точці розподільної мережі у будь-який момент часу завдяки ефекту післядії.

Цей ефект полягає в тому, що молекули хлору зберігають свою активність по відношенню до мікробів і пригноблюють їх ферментні системи на усьому шляху дотримання води по водопровідних мережах від об'єкту водопідготовки (водозабору) до кожного споживача. Враховуючи стан наших водопровідних мереж, забувати про присутність в них мікробів "смерті подібно". Усі інші методи знезараження води, в т.ч. і промислово вживані

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

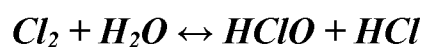
нині озонування, і УФ-опромінення не забезпечують знезаражувальної післядії і тому вимагають хлорування на одній із стадій водопідготовки.

Оскільки останні 100 років хлор став практично універсальним засобом для обробки питних і стічних вод, усі переваги і недоліки різних способів хлорування до теперішнього часу добре вивчені зважаючи на широке їх використання. Альтернативні ж способи вимагають обережного застосування внаслідок недостатньої вивченості впливу наслідків їх застосування на здоров'ї людини.

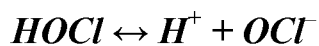
#### Газоподібний хлор

Світовий досвід підтверджує, що хлорування води чистим хлором є найнадійнішим санітарно-гігієнічним методом, що запобігає поширенню епідемій і гарантує безпеку питної води.

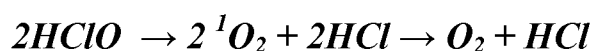
Хлор легко розчиняється у воді, вбиваючи в ній все живе, та після змішування газоподібного хлору з водою у водному розчині встановлюється рівновага



Далі відбувається дисоціація утворилася хлорноватисту кислоти



Наявність хлорноватисту кислоти у водних розчинах хлору і виходять в результаті її дисоціації аніони  $OCl^-$  володіють сильними бактерицидними властивостями. При цьому з'ясувалося, що вільна хлорноватиста кислота майже в 300 разів більше активна, ніж гіпохлорит-іони  $ClO^-$ . Пояснюється це унікальною здатністю  $HClO$  проникати в бактерії через їх мембрани. Крім того, як ми вже вказували, хлорноватиста кислота схильна до розкладання на світлі:



з утворенням соляної кислоти і атомарного (синглетного) кисню (як проміжної речовини), який є найсильнішим окислювачем.

#### Реакція з білками

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

Хлорнуватиста кислота реагує з амінокислотами з бічної аміногрупою, заміщаючи водень аміногрупи на хлор. Хлоровані амінокислоти швидко розпадаються, якщо вони не перебувають в білках, в білках складаються хлоровані амінокислоти набагато довговічніші. Проте, зменшення числа аміногруп в білку через їх хлорування збільшує швидкість розщеплення останнього на амінокислоти.

Крім того було виявлено, що хлорнуватиста кислота є ефективним інгібітором сульфгідрильних груп, і в достатній кількості вона може повністю інактивувати білки, що містять амінокислоти з цими групами. Оксидуючи сульфгідрильні групи, хлорнуватиста кислота перешкоджає утворенню дисульфідних містків, які відповідальні за зшивання білків. Встановлено, що хлорнуватиста кислота може 4 рази оксидувати амінокислоту з сульфгідрильною групою: 3 рази реагувати з -SH групою даючи R-SOH, R-SO<sub>2</sub>H і R-SO<sub>3</sub>H похідні, а 4-ий раз - з аміногрупою в альфа- положенні. Кожне з перших трьох проміжних з'єднань може конденсуватися з іншою сульфгідрильною групою і привести до злипання білків.

#### Реакція з нуклеїновими кислотами

Хлорнуватиста кислота реагує як з ДНК і РНК, так і з окремими нуклеотидами. Реакція з гетероциклічними NH- групами швидша, ніж реакція з аміногрупою не в гетероцикли, тому найбільш швидка реакція відбувається з тими нуклеотидами, які мають гетероциклічні NH- групи - гуанозинмонофосфату і тимідинмонофосфатом. Реакція урідинмонофосфата, у якого хоча і є гетероциклічна NH- група, але відбувається дуже повільно. АМФ і цитизинмонофосфат, що не мають гетероциклічної NH- групи, реагують бічними -NH<sub>2</sub> групами досить повільно.

Дане взаємодія хлорнуватистої кислоти з нуклеотидами в нуклеокислотах перешкоджає утворенню водневих зв'язків між полінуклеотидні ланцюгами.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14



Реакція з вуглеводних каркасом не відбувається, зовнішня опора молекули залишається неушкодженою.

Проте є існуючі недоліки застосування газоподібного хлору в системах знезараження води.

1. Хлор є сильно діючою отруйною речовиною, тому водопровідні очисні станції, що використовують хлор для знезараження, є об'єктами підвищеної небезпеки.

2. Необхідність точного дозування хлору. Недостатня доза хлору може привести до того, що він не зробить необхідної бактерицидної дії; зайва доза хлору погіршує смакові якості води і негативно позначається на здоров'ї населення. Показником достатності прийнятої дози хлору служить наявність у воді так званого залишкового хлору (що залишається у воді від введеної дози після окислення речовин, що знаходяться у воді). Згідно з нормативними вимогами, для відвертання вторинного зараження води концентрація залишкового хлору в ній перед вступом в мережу має бути не нижча 0,3 мг/л. Потенційний ризик здоров'ю, при підвищеному вмісті хлору у воді, пов'язаний передусім з можливістю утворення тригалометанів (ТГМ) : хлороформу, дихлорбромметана, дибромхлорметана і бромформа [6].

3. Необхідність забезпечення хорошого змішування хлору з водою і достатньої тривалості (не менше 30 хв.) їх контакту.

4. Можливість витоку хлору при використанні напірних хлораторів. Зважаючи на отруйність хлору витік його представляє небезпека для обслуговуючого персоналу.

5. Необхідність зберігання великого запасу хлору на станціях. Оскільки з одного балона (при кімнатній температурі) може бути отримано лише близько 0,5-0,7 кг хлору в 1 годину.

При більшій загальній витраті хлору може виникнути необхідність одночасного використання значного числа балонів. Щоб уникнути цього

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		15

вживають заходи по збільшенню знімання хлору, обігриваючи балони нагрітим повітрям або водою.

### Гіпохлорит

Останніми роками нормативна база в області промислової безпеки при поводженні з хлором посилюється, що відповідає вимогам дня. У зв'язку з цим у експлуатуючих служб виникає бажання перейти до безпечнішого способу знезараження води, тобто до способу, який не піднаглядний службі по екологічному нагляду, але забезпечує виконання вимог СанПіНа по безпеці в епідеміологічному відношенні питної води. З цією метою в якості хлорвмісного реагенту, найчастіше використовуваного при хлорванні (друге місце після рідкого хлору), виступає гіпохлорит натрію (ГХН). Вживане при використанні ГХН устаткування для забезпечення процесу знезараження на станціях водопідготовки не належить до категорії промислово небезпечного і не піднаглядно Федеральній службі по екологічному, технологічному і атомному нагляду. Це полегшує життя експлуатаційникам. Але тим, хто орієнтується на такий напрям забезпечення промислової безпеки, необхідно обов'язково ознайомитися з нижченаведеним.

Використання гіпохлориту натрію (ГХН) на вторинному етапі знезараження обгрунтовується тим, що він не горючий і не вибухонебезпечний.

На жаль, доводиться говорити про відносну, а не повну безпеку. Це підтверджується досвідом використання ГХН на об'єктах водопідготовки США, які є однією з лідируючих країн по масштабах використання ГХН, у тому числі і для водопідготовки. Найбільший витік хлору на станції водопідготовки (вище 5 тонн) був викликаний застосуванням ГХН. Це сталося на одній з найбільших станцій водопідготовки США на сході країни, коли водій автоцистерни з хлорним залізом (рН=4) помилково злив продукт в резервуар з розчином ГХН. Це привело до миттєвого викиду хлору.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		16

При цьому слід врахувати, що виділяється в таких випадках вологий хлор, який при проникненні в легені найбільш небезпечний, оскільки не викликає больових відчуттів.

Друга проблема - це постійні газовиділення в ході природного розпаду ГХН. Тому у випадках, коли гіпохлорит виявлявся між двома закритими замочними пристроями, спостерігалися вибухи кульових клапанів, фільтрів, і інших пристроїв. Причому у складі газу, що виділяється, міститься і хлор, тому приміщення насосних, тунелів, фільтрувальних установок і інших аналогічних просторів потрібно було оснастити системами очищення повітря, чого не було при використанні хлору.

Виникають проблеми і з підбором устаткування, і з його експлуатацією в середовищі розчинів ГХН, що мають дуже високу корозійну активність. Знадобилися додаткові заходи і по відвертанню кальцинації арматури, особливо точок введення інжекторів і дифузорів [6].

Крім того, заміна газоподібного хлору гіпохлоритом натрію або кальцію для дезинфекції води замість молекулярного хлору не знижує, а значно збільшує вірогідність утворення ТГМ. Погіршення якості води при застосуванні гіпохлориту пов'язане з тим, що процес утворення ТГМ розтягнутий в часі до декількох годин, а їх кількість за інших рівних умов тим більше, чим більше рН. Тому найбільш раціональним методом зменшення побічних продуктів хлорування є зниження концентрації органічних речовин на стадіях очищення води до хлорування. Це дозволить зменшити дозу хлору при знезараженні і не перевищувати концентрацію побічних продуктів ГДК, які встановлені в межах 0,06-0,2 мг/л і відповідають сучасним науковим уявленням про міру їх небезпеки для здоров'я. Наукові дослідження, проведені в США про здатність цих речовин викликати рак, показали їх безпеку у вказаному вище діапазоні концентрацій [7].

У практиці водопостачання для знезараження питної води використовуються концентрований гіпохлорит натрію марки А зі змістом

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

активної частини 190 г/л і низькоконцентрований гіпохлорит марки Є зі змістом активної частини близько 6 г/л. Використання цих реагентів для знезараження води має свої недоліки:

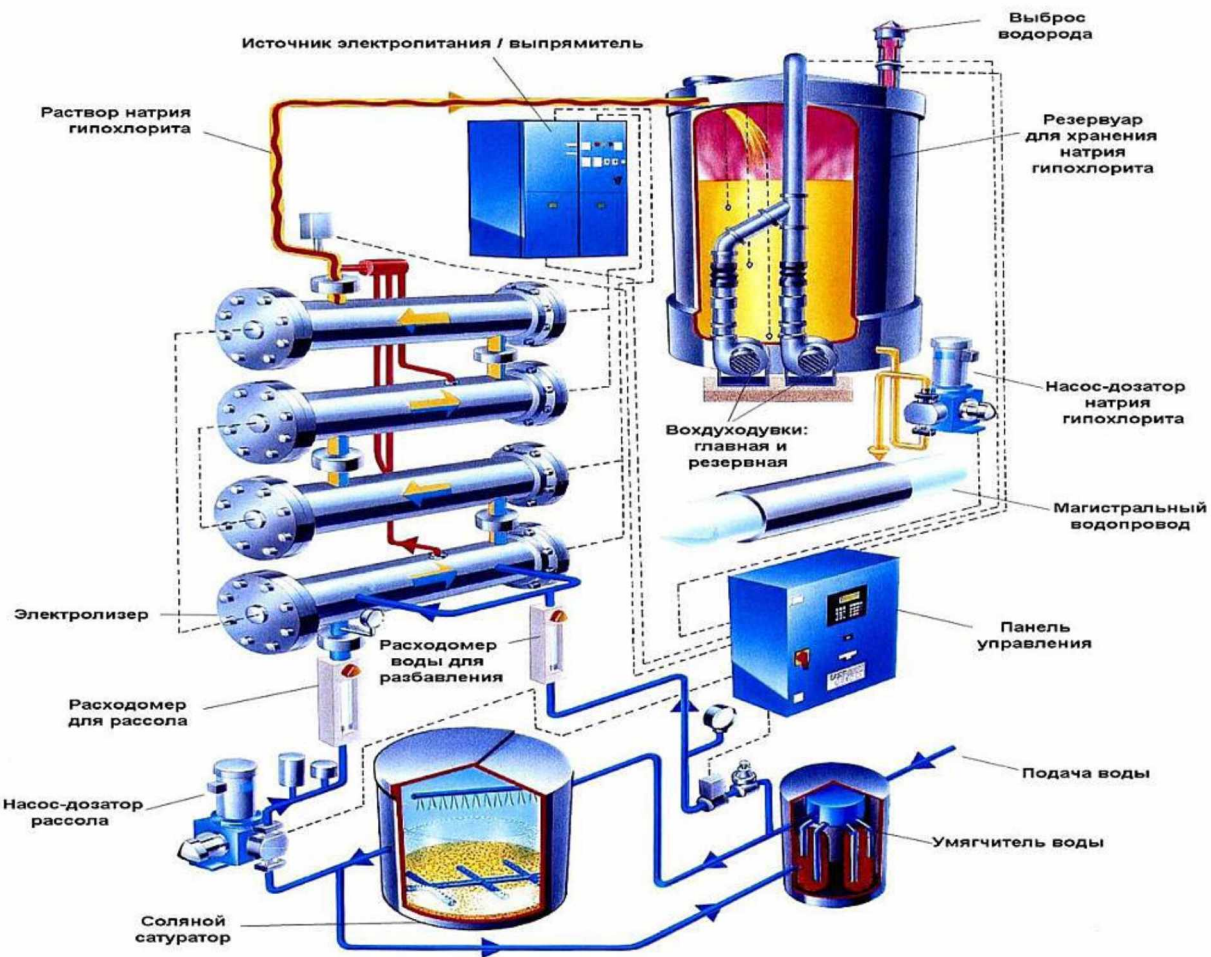


Рис.1.2 Схема установки, яка виробляє гіпохлорит натрію шляхом електролізу

Гіпохлорит натрію марки А:

-нестабільність водного розчину гіпохлориту натрію (втрата активної частини в результаті зберігання до 30% первинного змісту після закінчення 10 діб);

– збільшення об'ємів застосування реагенту в 7-8 разів в порівнянні з хлором за рахунок низького вмісту активної частини і, як наслідок,

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	18

збільшення об'єму транспортування залізничних цистерн (щодня по одній цистерні об'ємом 50 тонни на кожну станцію);

- наявність складів значного об'єму для зберігання запасів реагенту відповідно до вимог нормативних документів (запас 30 діб);

- замерзання в зимовий час при температурі - 25°C і випадання осаду в літній час, що призводить до необхідності використання залізничних цистерн з термоізоляцією для перевезення реагенту.

Гіпохлорит натрію марки Є :

- значні витрати сировини : близько 20 тони/добу кухарської солі на кожній станції (на 1 кг активного хлору доводиться від 3 до 3,9 кг кухарської солі);

- неповна відповідність якості кухарській солі (вітчизняної сировини) вимогам, що пред'являються виробниками електролізерів;

- утворення побічного продукту - водню;

- утворення токсичних відходів, що вимагають утилізації.

Досвід експлуатації установок імпорного виробництва відсутній.

Електролізні установки вітчизняного виробництва невеликої продуктивності для отримання низькоконцентрованих розчинів гіпохлориту натрію мають обмежене застосування і недостатній досвід експлуатації. Крім того, стримуючим чинником застосування гіпохлориту натрію (як марки А, так і марки Є) на великих водопровідних станціях є не-досить вивчена міра ефективності знезараження води і здатність цього реагенту забезпечувати тривалу післядію в протяжних розподільних мережах. Помітимо також, що у разі застосування як товарного, так і низько концентрованого гіпохлориту натрію зростають витрати на знезараження води, що у свою чергу призводить до збільшення собівартості очищення води.

Двоокис хлору

За останні 20 років два чинники змінили як в Західній Європі, так і в Північній Америці, підхід до очищення води - обмеження вмісту "аміачного"

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

азоту в очищеній воді і бажання понизити кількість побічних продуктів хлорування - тригалометанів. Ці чинники спонукали інтерес до використання двоокису хлору для дезинфекції питної води.

У Європі, де багато поверхневих вод історично страждали від промислового забруднення, в т.ч. і проток фенолу, застосування двоокису хлору було особливо виправданим, виходячи з її виняткової окислювальної здатності по відношенню до фенолів і хлорфенолам без привнесення сторонніх присмаків, а також з урахуванням того, що по своїй здатності видаляти залізо і марганець в процесі попередньої обробки води двоокис хлору перевершує хлор.

Відвертання утворення тригалометанів було головною причиною використання двоокису хлору на багатьох підприємствах США, Німеччини, Франції і інших західноєвропейських країн. У Німеччині нині налічується декілька тисяч діючих установок двоокису хлору, в Північній Америці від 700 до 900 підприємств водопідготовки питної води використовують двоокис хлору. У Великобританії система водопостачання страждає від промислових забруднень у меншій мірі, чим материкова Європа, тому застосування двоокису хлору в цьому регіоні є порівняно обмеженим. В основному цей реагент використовується для боротьби з хлорфенольними і іншими присмаками.

Однозначно можна стверджувати, що там, де сталася повна або часткова заміна хлору на двоокис хлору, вона була викликана не вимогами підвищення безпеки процесу, а новими, жорсткішими вимогами до якості питної води.

В якості переваг двоокису хлору слід зазначити, що цей реагент:

- ефективний бактерицид широкого спектру дії;
- в порівнянні з хлором ефективніший при боротьбі з вірусами, тому на нього покладаються великі надії при повторному використанні води;

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- вбиває патогенні організми, стійкі до хлору, наприклад, капсулированні паразити *Giardia* і *Cryptosporidium*;
- не вступає в реакцію з аміачним азотом, первинними амінами;
- не вступає в реакції з окислюваними органічними речовинами і не утворює тригалометани;
- покращує коагуляцію;
- ефективно руйнує феноли, які надають неприємний запах питній воді;
- тривалий час ефективно використовувався для видалення заліза і марганцю. Він перевершує в цьому хлор, особливо коли залізо і марганець входять до складу складних хімічних сполук.

#### Недоліки:

- вартість двоокису хлору у декілька разів перевищує вартість хлору (у 6-9 разів), що робить неможливим його використання у ряді випадків, особливо для економічно відсталих регіонів, де і хлорування - економічна проблема;
- двоокис хлору не може перевозитися у вигляді стислого газу і повинна вироблятися на місці;
- двоокис хлору, отриманий деякими методами, може містити значну кількість вільного хлору, що може звести нанівець її використання як метод, що дозволяє уникнути утворення тригалометанів. Що ж до безпеки, то двоокис хлору і процес її отримання повністю безпечними назвати не можна. Так, двоокис хлору має значний тиск пари, який збільшується залежно від її концентрації у воді.

Тому "замикання" концентрованих розчинів в замкнутих об'ємах, в т.ч. у баках-сховищах, украй небезпечно. При цьому необхідно пам'ятати, що двоокис хлору - високотоксична речовина, короткочасна дія якої викликає роздратування очей, носоглотки і легенів. Тривала дія може викликати бронхіт, непрохідність дихальних шляхів і набряк легенів. Проте, ці дії на

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		21

здоров'я людей не являються коммулятивними, і багаторічний досвід показує, що канцерогеном двоокис хлору не є. В процесі отримання двоокису хлору застосовується хлорит натрію. Це сильний окисник, який при контакті з горючими продуктами може привести до їх займання.

Наприклад, розчин хлориту натрію при протоці на деревину може висохнути і потім загорітися. При цьому дерево слугитиме джерелом горіння. Такий самий контакт з оліями або мастилами, папером, текстилем, шкірою і тому подібне може викликати їх займання. Хлорит натрію також вступає в реакції з рядом хімічних речовин, таких як кислоти і гіпохлорити, контакт з якими може викликати неконтрольований викид газоподібного двоокису хлору.

Говорячи про застосування дезинфектантів в країнах Західної Європи, не можна не відмітити ще один важливий момент, що стосується ресурсів питного водопостачання. Враховуючи, що якість ґрунтових вод значно вища, ніж поверхневих вод, структура вододжерел, що склалася, до початку 21 століття, наприклад для Німеччини, змінилася таким чином:

70% - ґрунтові води; 10% - джерельні джерела; 10% - озера і водосховища; 10% - річкова вода.

Відсоткове співвідношення об'ємів води, що обробляються різними дезсредствами в Німеччині, приведені нижче:

50% - без дезінфекції; 25% - дезінфекція хлором на кінцевій стадії; 13% - дезінфекція діоксидом (двоокисом) хлору; 12% - дезінфекція іншими дезінфектантами.

Спорудження для хлорування води

Хлор ставиться до сильнодіючих отруйних речовин, має жовто-зелений колір, різкий захід, в 2,5 рази важче повітря, стелиться по землі.

На спорудження водного господарства може надходити від заводів-наповнювачів або наполнительных станцій у зрідженому стані в цистернах, контейнерах (бочках) або балонах, які повинні відповідати діючим

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		22



"Правилам обладнання й безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском". На кожній цистерні й контейнері завод- виготовлювач наносить наступні транспортні дані: найменування заводу- виготовлювача, заводський номер цистерни або контейнера, рік виготовлення й дату огляду, ємність (для цистерн у м<sup>3</sup>, для контейнерів у л), масу цистерни в порожньому стані без ходової частини (т) і масу контейнера (кг), величини робітника й пробного тисків, клеймо ОТК заводу-виготовлювача. На цистернах клеймо наноситься по окружності фланця для лазу, а на контейнерах - на днищах, де розташовується арматури.

Вентилі контейнерів повинні бути постачені заглушками, що щільно наворачуються штуцера.Різьблення бічних штуцерів вентилів контейнерів ліва. Зовнішня поверхня цистерн і контейнерів офарблюється в зелений колір з відмітною смугою захисного кольору й написом "Хлор, отруйно", "Зріджений газ". Відмітні смуги на контейнерах наносяться по всій окружності на відстані 200мм від кожного днища шириною 50 мм. Написи наносяться на циліндричній частині, між смугами. На верхній сферичній частині кожного балона тавруванням завод- виготовлювач наносить наступні дані: товарний знак заводу- виготовлювача, номер балона, фактичну масу порожнього балона (кг), дати виготовлення й наступного огляду, робочий тиск ємність балона (л), клеймо ОТК заводу-виготовлювача. Зовнішня поверхня балонів хлору офарблюється в захисний колір із зеленою відмітною смугою. Напис не робиться.

Ремонт тари під рідкий хлор, вентилів і т.д., технічний огляд здійснюють заводи- наповнювачі або наполнительные станції, не рідше одного разу у два роки. Цистерни, контейнери, балони, що перебувають в експлуатації, при вступі на заводи - наповнювачі й наполнительные станції повинні мати залишковий тиск не менш 0,04 Мпа.

Обладнання й устаткування приміщень для дозування хлору повинні відповідати "Санітарним правилам проектування, устаткування й змісту

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		23

складів для зберігання сильнодіючих отруйних речовин", "Правилам обладнання й безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском".

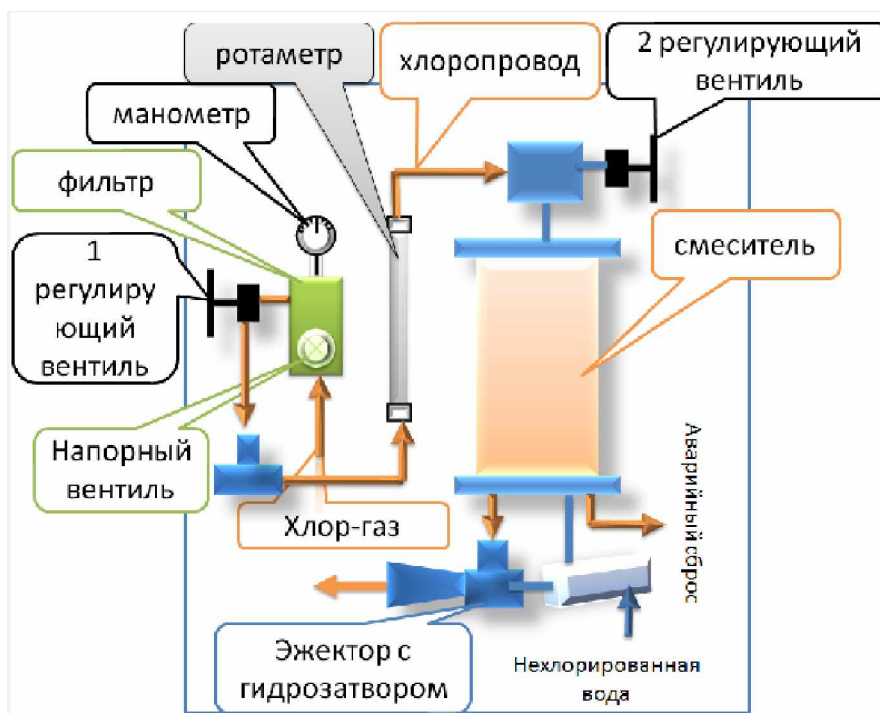


Рис. 1.3 Схема хлораторної установки

Хлораторні незалежно від продуктивності й будуються й реконструюються тільки по проектах. Хлораторні, розташовувані в блоці очисних споруджень, повинні бути ізольовані від інших приміщень, а хлораторные, сполучені з видатковими складами хлору, повинні відділятися від них капітальною вогнестійкою стіною без прорізів.

Хлораторні обладнаються двома виходами: один через тамбур, другий безпосередньо назовні. Усі двері повинні відкриватися назовні. Двері з тамбура в хлораторну повинна бути герметичної із заксленим оглядовим вікном. Якщо хлораторные з випарниками блокуються з очисними спорудженнями, їх продуктивність не повинна перевищувати 2 кг хлору в годину. При видаленні видаткового складу хлору від очисних споруджень на відстані більш 100 м і добовій витраті рідкого хлору не більш трьох балонів допускається при хлораторній передбачати приміщення для зберігання

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	24

тридобового запасу хлору, яке повинне мати окремий вихід назовні. До цього приміщення пред'являються такі ж вимоги, як і до видаткового складу. Хлораторні обладнаються системами електроосвітлення, водопостачання, водоотведення, опалення, вентиляції й сигналізації за аналогією з видатковими складами хлору.

При продуктивності хлораторних більш 10 кг/год передбачається автоматичне керування аварійною вентиляцією від газоаналізаторів. У хлораторних меншої продуктивності допускається ручне керування аварійною вентиляцією, здійснюване перед входом у приміщення. Місця проходу й каналів через стіни й стелю хлораторній повинні бути ретельно герметизовані. Для дозування хлору й готування хлорної води встановлюються хлоратори. У хлораторній установлюються не менш двох хлораторів, при двох робочих хлораторах - один резервний, понад двох робочих хлораторів - два резервні. Перед хлоратором установлюється балон-грязевик. Трубопроводи хлору підключаються до балона-грязевика тільки через трійник з вентилями, укрупнений у горловину балона. Робити урізання в балон-грязевик забороняється. Для створення розрідження в хлораторові, змішання хлору з водою й транспортування хлорної води призначений ежектор. Виготовляють ежектор із хлоростойких матеріалів: вініпласту, фторопласта, оргскла. Нормальна робота ежектора забезпечується при безперебійній подачі води з тиском 0,3-0,7 Мпа.

Принципова схема хлораторної з випаром хлору в транспортних посудинах приведена на мал. 1.4 (а), а із застосуванням випарників - на мал. 1.4, (б). На малюнках показано тільки основне устаткування. У наведених прикладах склад хлору примикає до хлордозаторної. Балони або контейнери зберігаються на складі, два з них використовуються для отримання хлоргаза і розташовуються на вагах для контролю за витратою хлору, кожна посудина знаходиться на своїх вагах.

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

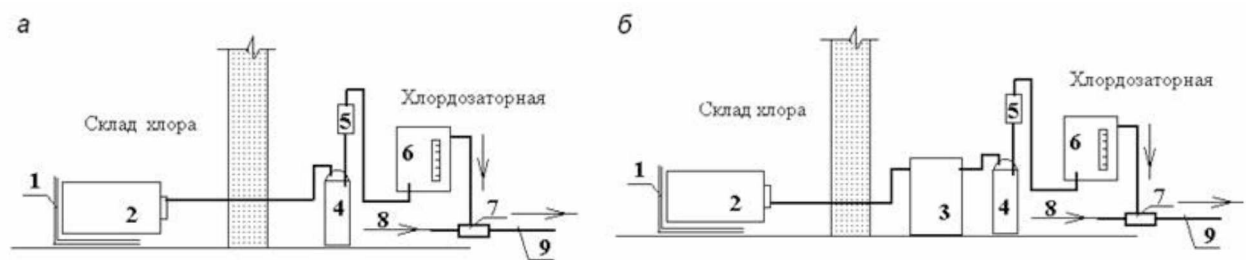


Рис. 1.4 Принципова схема хлораторних: а – з випаром хлору в сосудах; б – з використанням випарників; 1 – ваги; 2 – контейнери з хлором (балони); 3 – випарник; 4 – проміжний балон-грязевик; 5 – фільтр; 6 – хлоратор; 7 – ежектор; 8 – вода для роботи ежектора; 9 – хлорна вода

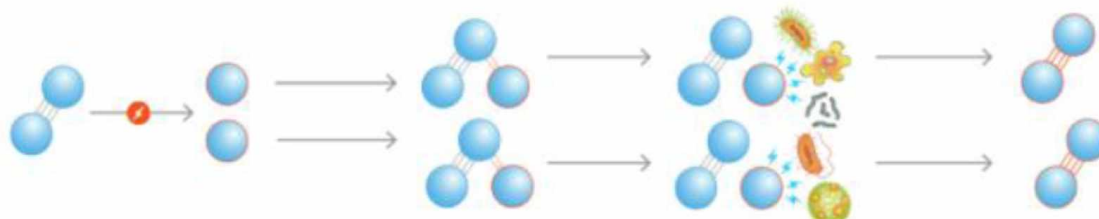
У схемі з випаром в посудинах (мал. 1.4, а) в хлордозаторну поступає хлоргаз. Далі хлоргаз проходить балон-грязевика і фільтр, де відбувається відділення від газу крапель хлору і інших домішок. Очищений хлор поступає в дозатор хлору, звідки відсисається за допомогою ежектора. У ежекторі і далі в трубопроводі відбувається змішення і розчинення хлору, отримана хлорна вода вводиться в оброблювану воду в точки, передбачені технологією очисних споруд. У схемі на мал. 1.4, б рідкий хлор з посудин під тиском поступає у випарник, де перетворюється на хлоргаз.

### 1.1.2 Первинне озонування

Зменшення концентрацій побічних продуктів хлорування вимагає нестандартних рішень очищення води на первинному етапі водопідготовки. Одним з таких рішень є технологічна схема з попереднім озонуванням води. Попереднє озонування дозволяє істотно зменшити дозу коагулянта. В той же час, незважаючи на російський і зарубіжний досвід застосування озону в технології водопідготовки, є ще безліч невирішених проблем [10,11].

Останні дослідження показали, що думка про озонування як про більш нешкідливий спосіб знезараження води помилкова.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26



Продукти реакції озону з органічними речовинами, що містяться у воді, є альдегідами, кетоном, карбоновими кислотами і іншими аліфатичними і ароматичними з'єднаннями, що гідроксилуються. Найчастіше в озонованій воді відзначається присутність альдегідів (формальдегід, ацетальдегід, гліюксаль, метилгліюксаль) [12].

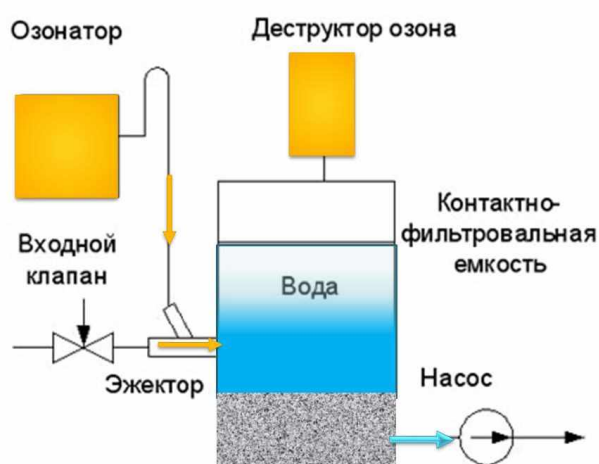


Рис. 1.5 Схема озонуючої установки.

Існують, як мінімум три головні причини небажаної присутності альдегідів в питній воді. По-перше, альдегіди - високо біорозкладані речовини, і значна їх кількість у воді підвищує можливість біологічного обростання трубопроводів і збільшує небезпеку вторинного забруднення води мікробіологічними компонентами. По-друге, деякі альдегіди мають канцерогенну активність і представляють небезпеку для здоров'я людей. І, нарешті, по-третє, внаслідок відсутності ефекту післядії необхідно здійснювати хлорування на другому ступені знезараження питної води, а

альдегіди, що при цьому утворилися у воді, збільшують небезпеку утворення хлорорганічних побічних продуктів типу хлорціанатхлоральгидрата.

На сьогодні, відомими недоліками озонування є:

1. Токсичність озону. Граничний допустимий вміст його в повітрі приміщень, де знаходяться люди, складає 0,00001 мг/л. У зв'язку з цим в озонаторних установках мають бути вжиті усі заходи по відвертанню можливості проникнення озону в приміщення. Доза озону для знезараження води залежить від її властивостей і коливається в межах від 0,6 до 3,5 мг/л.

2. Складність отримання озону. Атмосферне повітря, що забирається для виробництва озону, має бути очищене від пилу, а також осушене. Наявність вологи у використовуваному повітрі викликає збільшення витрати енергії, що витрачається на отримання озону; крім того, потрібна висока напруга (до 20 тис. вольт). Озонаторні установки енергоємні і вимагають кваліфікованого обслуговування.

3. Утворення побічних продуктів озонування і їх можлива дія на людину.

4. Необхідність спеціальних облаштувань введення озону і забезпечення необхідної тривалості контакту озону з водою.

5. Озон не забезпечує бактерійну стійкість води. Для виключення цього явища необхідно паралельно робити хлорування води.

### 1.1.3 Метод УФ-опромінення

Сучасні тенденції відводять від хімічної дезінфекції, яка впродовж багатьох років була єдиним методом отримання бактеріологічно чистої води для промислового і домашнього використання. Зростає кількість доказів, що більшість хімічних дезінфектантів (таких як хлор), мають тривалий небезпечний вплив на людський організм і навколишнє середовище.

Ультрафіолетова дезінфекція води успішно використовується протягом багатьох років без будь-яких негативних відгуків. З усіх існуючих методів

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

дезінфекції води УФ випромінювання вважається одним з найбільш ефективних, економних, швидких і безпечних. ДНК і РНК, дуже сильно поглинають УФ з довжиною хвилі в інтервалі 220-290 нм з максимумом 260 нм. При цьому нуклеотиди пошкоджуються, і в них блокується процес відтворення клітин. Опромінені клітини живуть ще деякий час, але нездатними до відтворення і зараження потенційного господаря (Рис. 1.4)

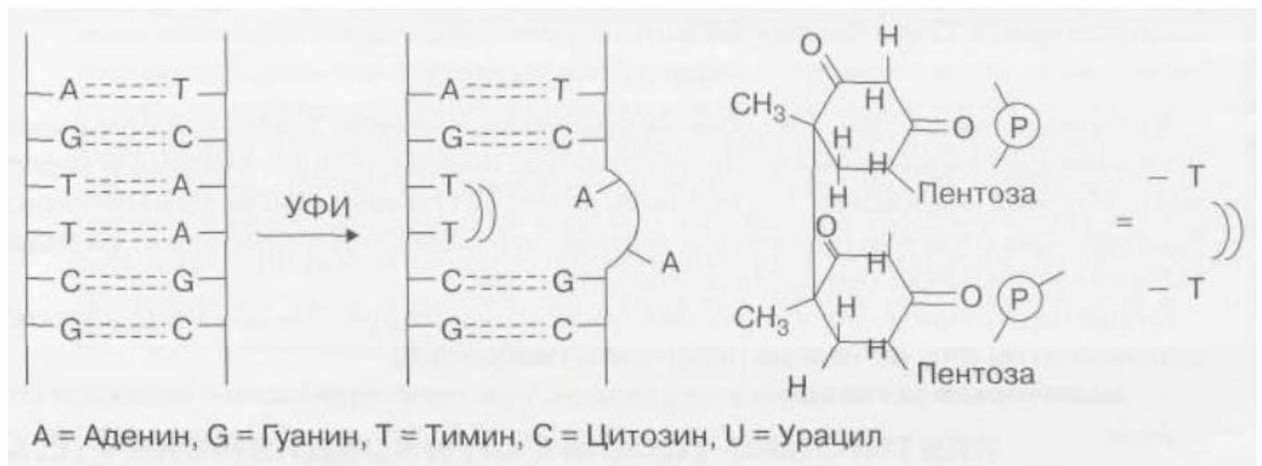


Рис 1.4 - Механізм впливу УФ на ДНК

Застосування такого альтернативного дезінфектанта - УФ-опромінення дозволяє позбутися від побічних продуктів знезараження, що є його безперечною гідністю.

Переваги УФ дезінфекції:

- висока ефективність;
- низькі капітальні та експлуатаційні витрати;
- безпека для навколишнього середовища;
- не впливає на смак і запах води;
- безпосередня дезінфекція;
- неможливість передозування.

Переваги використання УФ дезінфекції можуть бути легко підсумовані. Хімічні та фізичні властивості очищеної води не змінюються. Не має токсичних компонентів.

Але на сьогодні його промислове застосування ускладнюється відсутністю можливості оперативного контролю ефективності знезараження води. Застосування цього методу на практиці визначило необхідність конкретизації ряду положень водно-санітарного законодавства в частині гігієнічних вимог до застосовуваної дози опромінення, води, гарантує якість, до УФ-системам і місця їх розташування в технологічній схемі водопідготовки. З цією метою випущені відповідні методичні вказівки, в яких вказується на можливість застосування УФ-опромінення на етапі первинного знезараження води за умови проведення в джерелі водопостачання технологічних досліджень. Методичні вказівки не регламентують величину дози УФ-опромінення при використанні його на етапі первинного знезараження води [11].

У той же час в методичних вказівках зазначається, що УФ-опромінення забезпечує заданий бактерицидний і віруліцидний ефект тільки при дотриманні всіх встановлених експлуатаційних умов. Тому одним з найважливіших питань застосування цього методу є створення гарантій його надійності. З цією метою система повинна бути забезпечена датчиками вимірювання інтенсивності УФ-опромінення в камері знезараження, системою автоматики, яка гарантує звуковий і світловий сигнали при зниженні мінімально заданої дози, лічильників часу напрацювання ламп та індикаторів їх справності.

Установки УФ-опромінення застосовуються в самих різних випадках, коли необхідні стадії водопідготовки та водоочищення при водопостачанні широкого спектру комунальних і промислових об'єктів, а також об'єктів індивідуального користування. Установки використовуються для знезараження підземних і поверхневих вод при централізованому і

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



автономному водопостачанні, а також в очисних спорудах індивідуальних будинків, котеджних селищ, автозаправних станцій, автомийок, санаторіїв, пансіонатів і т. д. Зокрема, установки УФ-зnezараження НВО «ЛІТ» обслуговують Автозаводський район міста Тольятті з населенням близько 500 тис. чол. На Далекому Сході цей метод зnezараження води використовується на Аремовском водозаборі продуктивністю 22000 м<sup>3</sup>/добу в м Біробіджані, де також змонтовані УФ-установки НВО «ЛІТ». УФ-зnezараження застосовується в харчовій промисловості при виробництві мінеральної бутильованої води та пива, в медичній промисловості та інших галузях.

З урахуванням економічної та експлуатаційної доцільності УФ-зnezараження може бути використано для обробки води з кольоровістю до 50 градусів, мутністю до 30 мг / л і вмістом заліза до 5,0 мг / л [10].

Мінімальна доза УФ-опромінення, регламентуєма методичними вказівками МОЗ РФ для зnezараження питної води, 16 мДж / см<sup>2</sup>.

УФ-випромінювання в технології отримання питної води може бути використано на етапі:

- Попереднього зnezараження води;
- Завершального зnezараження питної води.

При первинному зnezараженні води можлива комбінація методів хлорування і УФ-опромінення. При цьому доза хлору може бути скорочена на 15-100% за умови забезпечення технологічної ефективності подальших етапів водопідготовки (коагуляція, відстоювання, фільтрування і т.д.).

Широка поширеність методу УФ-зnezараження пояснюється такими його перевагами, як універсальність і ефективність впливу на різні мікроорганізми. Застосування УФ-опромінення актуально як для традиційної двоступеневої схеми обробки природної води, так і в комбінації з етапами глибокого очищення. Прогресивний підхід до забезпечення епідеміологічної безпеки питної води має на увазі використання багатоступінчастої схеми

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		31

очищення та знезараження. Використання УФ-опромінення на етапі первинного знезараження дозволяє створити умови для скорочення первинного хлорування і зниження хлорорганічних сполук у питній воді. В результаті застосування зв'язаного хлору у вигляді хлораминов замість вільного хлору вдається мінімізувати утворення хлорорганічних з'єднань і максимально стабілізувати залишкову концентрацію хлору в розподільних мережах. Недостатня ефективність знезараження хлораминами компенсується використанням УФ-опромінення на етапі первинного або завершального знезараження. Таким чином, доповнення схеми підготовки питної води етапом УФ знезараження - одне з найбільш ефективних заходів у напрямку забезпечення підвищення бар'єрної ролі споруд відносно вірусів і цист найпростіших, створює умови для коригування регламенту хлорування з метою зниження хлорорганічних сполук.

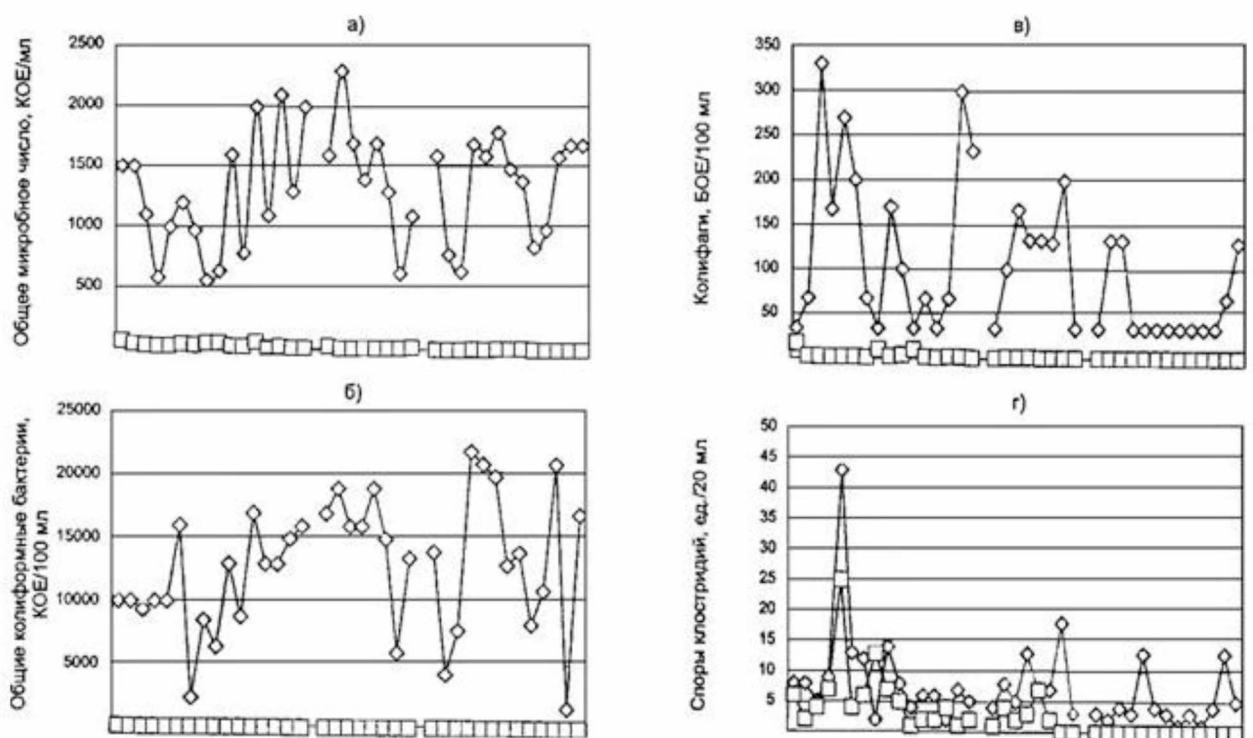


Рис.1.6 - Ефективність знезараження води УФ-проміннями

а - загальне мікробне число; б - загальні коліформні бактерії; в - коліфаги;  
г - спори клостридій;  $\diamond$  - до УФ-опромінення;  $\square$  - після УФ-опромінення

Відмінними рисами установок УФ-зnezараження є: малі габарити і простота обладнання, що вимагає приміщення малих розмірів; безпека методу, що дозволяє не застосовувати спеціальних заходів безпеки; автоматичне керування. Вимоги до приміщень відповідають вимогам до машинних залах насосних станцій.

Для забезпечення контролю за роботою УФ-установок вони повинні бути обладнані:

- Датчиками для вимірювання інтенсивності УФ-випромінювання в камері зnezараження;
- Системою автоматики, яка гарантує звуковий і світловий сигнали при зниженні мінімальної заданої дози;
- Лічильником часу напрацювання ламп та індикаторів їх справності;
- Системою механічної або хімічної очистки кварцових чохлаів, дозволяє виробляти процес очищення без розбирання і демонтажу установки;
- Краном для відбору проб води на бактеріологічний аналіз.

Звичайна бактерицидна установка УФ-зnezараження води (рис 1.7) складається з камери зnezараження і пульта управління. Іноді вони комплектуються блоком промивки.

Камера зnezараження води являє собою корпус з нержавіючої сталі, рідше з пластмаси, що має патрубки для введення і виведення води, що очищається, пробовідбірники і датчик УФ-випромінювання. З торців корпус закритий решітками, що мають відцентровані з обох сторін отвори, число яких відповідає кількості використовуваних ламп. У ці отвори герметично встановлюють міцні кварцові трубки - чохлаи. У середині трубок розташовуються бактерицидні лампи (ртутні або ксенонові), що виключає їх безпосередній контакт з водою і забезпечує їх легку заміну без зливу апарату. Видно, що конструкція схожа на кожухотрубний теплообмінник. Корпус, кварцові трубки та їх кріплення розраховані на робочий тиск води, що очищається.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		33

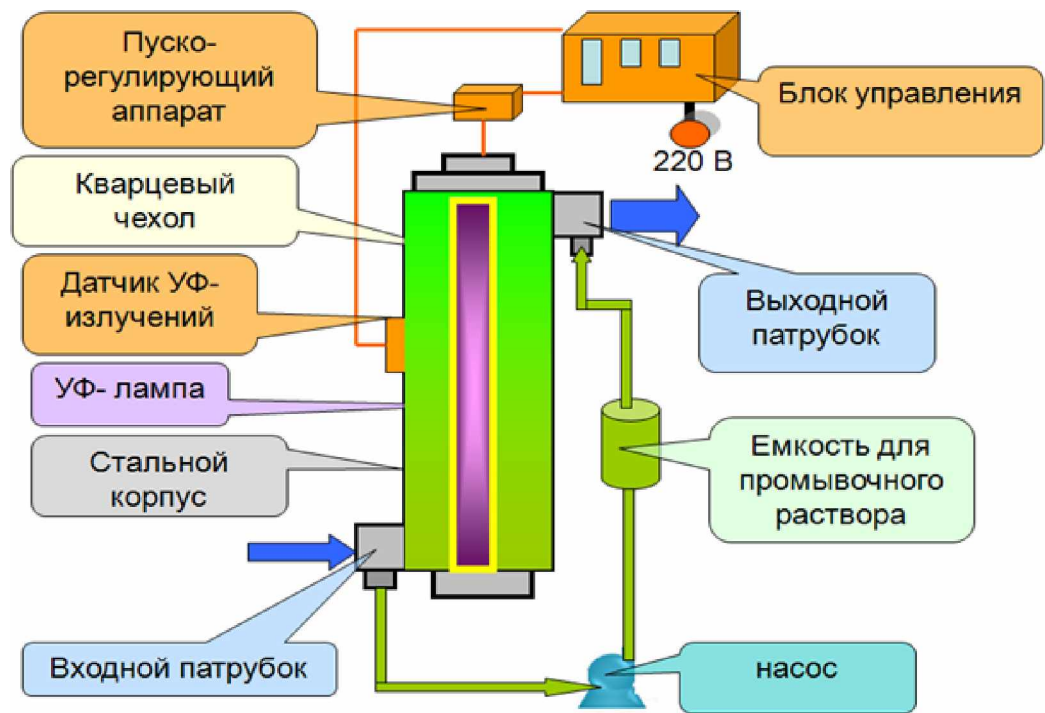


Рис. 1.7 Схема УФ – установки для обработки воды.

Крім того, для виконання умов праці і безпеки здоров'я обслуговуючого персоналу необхідно контролювати концентрацію озону в повітрі приміщення, де розташована УФ-установка, дотримуватися правильності зберігання УФ-ламп, виконувати правила безпеки вказані в документах на вживаний тип УФ-установки.

Таким чином, основними недоліками бактерицидного знезараження води її УФ-випромінюванням є:

1. Небезпека забруднення води ртуттю, використовуваною у бактерицидних лампах.
2. Особливі вимоги до води, що піддається опроміненню. Вона має бути прозорою і мати найбільшу проникність для бактерицидних променів.
3. Необхідність пропуску усієї знезаражуваної води через установку, тобто продуктивність установки має дорівнювати продуктивності водопровідної станції.
4. Велика енергоємність установок. Наприклад, установка УОВ-1000/288-В1 продуктивністю 1000 куб. м/ч споживає 28 кВт-ч електроенергії.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		34

### 1.3. Огляд патентної літератури

№	Власник патенту	Формула винаходу
RU2209772C2	Вятський державний університет	Винахід відноситься до охорони навколишнього середовища, а саме до знезараження питної, так і стічної води, може бути використано в сільському і комунальному господарстві, а також харчової, мікробіологічної та інших галузях промисловості. Для способу в проточних обсягах проводять гідродинамічну кавітаційну обробку води і подальшу ультрафіолетове опромінення, причому гідродинамічну кавітацію здійснюють поступово за допомогою додаткових збудників кавітації, при цьому перед початком кавітаційної обробки потоку води звужують до досягнення потоку 19,0-28,0 м / с, а ультрафіолетове опромінення проводять інтенсивністю 13,5-15,0 мДж / см <sup>2</sup> . Спосіб забезпечення підвищення ефективності знезараження води за рахунок збільшення синергетичного впливу шляхом інтенсифікації гідродинамічної кавітації
ES2266622T3	Wedeco AG	Процедура обробки води при одночасній присутності - з одного боку, патогенних мікробів і - з іншого боку, принаймні одного важко розкладаного матеріалу з групи, що включає: стійкі речовини, ендокринні речовини, пахучі речовини, барвники, особливо стічна вода або питна вода з озоновим кормом та ультрафіолетовим опроміненням з наступними етапами процедури: а) додавання озону в концентрації від 0,1 г / м <sup>3</sup> до 15 г / м <sup>3</sup> ; б) дегазація води; в) опромінення дегазованої води УФ-випромінюванням при довжині хвилі в діапазоні від 200 нм до 300 нм і дозі від 50 Дж / м <sup>2</sup> до 2000 Дж / м <sup>2</sup> , що відрізняється тим, що фільтрація піску або фільтрація пісок / гравій.
US20100181260A1	Resource Ballast Tech Pty Ltd	Спосіб і пристрій для обробки води, такої як баластна вода на кораблях, з метою знищення водних організмів у воді. Вода під тиском подається через трубопровід у камеру більшого перерізу, ніж труба труби, так що відбувається різке зниження тиску. Настає кавітація, що призводить до виділення розчинених газів. Ультразвукова вібрація генерується і застосовується до води, надаючи удари, що послаблює або руйнує наявні організми. Інші засоби можуть бути використані для створення подальших механічних, електричних та хімічних сил у воді, які атакують організми
US7014767B2		Спосіб обробки води включає опромінення вхідного середовища, що включає воду, яку бажано обробити, озonom у достатній кількості, щоб порушити клітинні стінки небажаних в ній мікроорганізмів, вивільняючи тим самим поживні речовини зсередини

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

		мікроорганізмів у формі, що піддається біоасиміляції. Крім того, озону достатньо для окислення токсичних гумінових речовин до форми, що піддається біоасиміляції рослин. Водні рослини контактують з озоною водою, водні рослини пристосовані для видалення з них виділених та окислених поживних речовин. Потім вода, що виходить з водних рослин, знову піддається впливу озону в достатній кількості для подальшого очищення води.
US5364537A	Omnium de Traitements et de Valorisation OTV	Процес і пристрій для комбінованого окислення забрудненої води, наприклад промислові стічні води або стічні води, щоб зробити їх придатними для пиття, включають введення перекису водню (чистий водний розчин або розбавлений) та озону (газоподібний, або озонований кисень або повітря) одночасно та у напрямку потоку, одночасно з циркуляцією вода, що підлягає обробці, на вході в реактор окислення. Наприклад, реактор наділений механізмами для впорскування озону та перекису водню в свою основу, у дуже тісно розташованих точках і одночасно, у напрямку потоку, такому ж, як і вода, що підлягає очищенню, системою автоматичного регулювання рівня окислювачів.
RU2 487 838 C2	Бахарев Сергей Алексеевич	Для здійснення способу проводять очистку в першому відстійнику шляхом періодичного і послідовного формування біжать гідроакустичних хвиль звукового і ультразвукового діапазонів частот, у другому відстійнику - шляхом періодичного формування стоячих гідроакустичних хвиль звукового діапазону частот, в акустичному гідроциклоне в обертовому гідропотоке під надлишковим статичним тиском, опромінення інтенсивними гідроакустическими хвилями в звуковому діапазоні частот на автоматично подстраиваємої частоті, що відповідає резонансній частоті молекул чистої води 12,4 кГц. Додатково здійснюють опромінення води, що очищається низькочастотних електромагнітним полем на частоті 24,8 кГц, яке інтенсивно обертають проти руху гідродинамічного потоку води, а також проводять опромінення води, що очищається УФ-світлом. Очищення від колоїдних частинок, важких металів і нафтопродуктів ведуть шляхом додаткового змішування води, що очищається з розчином реагенту оксихлорида алюмінію. Потім проводять забір мокрого осаду, його сортування, сушіння, роздільну фасовку безпечного і небезпечного опадів для подальшого транспортування, переробки та утилізації. Спосіб забезпечує якісне очищення великих обсягів води при повній екологічній безпеки для навколишнього середовища.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		36

## **Висновки за аналітичним оглядом**

В розділі виконано техніко-економічний аналіз варіантів знезараження питної води. Розглянуто різні сучасні методи дезінфекції питної води, які використовуються як на території України, так і в західних країнах. Застарілий спосіб хлорування в нашій країні є хоч і економічно дешевим, але далеко не найбезпечнішим з точки зору його транспортування і зберігання, а так само якостей, які набуває вода, після обробки цим дезинфектантом. Тому більш розвинені країни перейшли на альтернативні способи поліпшення якості води, використовуючи найчастіше кілька методів відразу, що допомагає домогтися кращих результатів.

Поєднання УФ-знезараження з наступним хлоруванням малими дозами забезпечує як високий ступінь очищення, так і відсутність вторинного біоураження води. Так, обробка води УФ-опроміненням в поєднанні з хлоруванням дозволяє досягти не тільки високого ступеня знезараження, зниження порогової концентрації хлору у воді, але і істотно заощадити кошти на витраті хлору і поліпшити санітарний стан водного об'єкта та системи питного водопостачання.

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 2 Порівняльна оцінка ефективності методів знезараження питної води

Одним з основних показників, що враховуються при виборі того чи іншого методу знезараження води, є собівартість її знезараження. Проведений аналіз показує, що до найменш витратним методам знезараження води в плавальних басейнах відносяться хлорування газоподібним хлором та знезараження за допомогою УФ-випромінювання (питома собівартість знезараження становить 0,02 - 0,04 грн/м<sup>3</sup>). До найбільш дорогим методам знезараження відносяться озонування (питома собівартість 0,12 - 0,25 грн / м<sup>3</sup>) і знезараження води гіпохлоритом натрію (питома собівартість 0,07 - 0,10 грн / м<sup>3</sup>). Собівартість знезараження води комбінованими методами становить 0,03 - 0,05 грн/м<sup>3</sup>, що дозволяє зробити висновок про доцільність застосування комбінованих методів знезараження.

Як видно з таблиці 2.1 найбільші експлуатаційні витрати у разі використання товарного гіпохлориту натрію за рахунок високої вартості концентрованого розчину гіпохлориту натрію. Найменші експлуатаційні витрати мають Варіанти 2 і 5.

Для більш систематизованого аналізу переваг і недоліків діючих і проєктованих технологій водопідготовки вважаю необхідним привести таблицю 2.2, в якій на основі проведених наукових досліджень дані характеристики основних на сьогодні дезінфектов [7].

З цієї таблиці явно видно незаперечна перевага хлору - ефект післядії. Це дозволяє стверджувати, що хлорування обов'язкове, якщо вода спрямовується в розводящу мережу, а це ми маємо в переважній більшості схем водопідготовки. Оскільки застосування хлору незмінне в таких випадках, необхідно потурбуватися про зменшення кількості побічних продуктів, що утворюються при його використанні, шкідливих для здоров'я людини.

						Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Таблиця 2.1 - Порівняння експлуатаційних витрат

Стаття витрат	Вартість методу знезараження, грн / рік				
	Варіант 1 (газообр. хлор)	Варіант 2 (ГПХН (електроліз) + УФ)	Варіант 3 (ГПХН+ УФ)	Варіант 4 (діоксид хлору, імпортний)	Варіант 5 (діоксид хлору, вітчизнян.)
Реагенти	1797365,8	571588,8	52973880,72	5320623,72	1054861,92
Транспортні витрати	195713,28	146784,96	373078,4	97856,64	97856,64
Комплектуючі	0	187849,8	187849,8	0	0
Електроенергія	2053391,5	913821	455094,12	181800,12	3120213,12
Поточний ремонт та амортизація	3587790,9	1478889,12	1690924,08	1414676,76	1483537,32
ФОП і відрахування на соц. потреби	636068,16	636068,16	636068,16	636068,16	636068,16
Забезпеч. безпеки	6238360,8	0	0	0	0
СІЗ для робітників	281802,6	273501,12	273501,12	312276,84	21724,2
Інші витрати	2211234,72	631275,48	8488559,52	1194495,36	962139,24
Усього	17001728,2	4839778,44	65078955,96	9157797,6	2506353,36

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		39

Таблиця 2.2 - Порівняння методів знезараження

Найменування і характеристика дезінфектанта	Переваги	Недоліки
<p><b>Хлор</b> Застосовується в газоподібному виді, вимагає дотримання найсуворіших заходів безпеки</p>	<p>Ефективний окисник і дезинфектант Ефективний для видалення неприємного смаку і запахів Має ефект післядії Запобігає зростанню водоростей і біоброствань руйнує органічні сполуки (феноли) Руйнує сульфід водню, ціаніди, аміак і інші з'єднання азоту</p>	<p>Підвищені вимоги до перевезення і зберігання Потенційний ризик здоров'ю у разі витоку Утворення побічних продуктів дезинфекції - тригалометанів (утворює бромати і броморганіческие побічні продукти дезинфекції у присутності бромідів</p>
<p><b>Гіпохлорит натрію</b> Застосовується в рідкому і гранулюваном виді, можливе отримання на місці застосуванням електрохімічним способом.</p>	<p>Ефективний проти більшості хвороботворних мікроорганізмів Відносно безпечний при зберіганні і використанні При отриманні на місці не вимагає транспортування і зберігання небезпечних хімікатів</p>	<p>Не ефективний проти цист Втрачає активність при тривалому зберіганні Потенційна небезпека виділення газоподібного хлору при зберіганні Утворює побічні продукти дезинфекції, включаючи тригалометани При отриманні на місці вимагає негайного використання</p>
<p><b>Діоксид хлору</b> Отримують тільки на місці застосування. Нині вважається найефективнішим</p>	<p>Працює при знижених дозах Не утворює хлорамінів Не сприяє утворенню тригалометанів Руйнує феноли - джерело неприємного смаку і запаху Ефективний окисник і дезинфектант для усіх видів мікроорганізмів,</p>	<p>Обов'язкове отримання на місці застосування Утворює хлорати і хлорити У поєднанні з деякими матеріалами і речовинами призводить до появи специфічного запаху і смаку Дорожче, аніж ГПХН та хлор</p>

<p>дезінфектантом з хлорвмісних реагентів для обробки води при підвищених рН.</p>	<p>включаючи цисти, і вірусів Не утворює броматів і броморганічних побічних продуктів дезінфекції у присутності бромідів</p>	
<p><b>Озон</b> Використовується упродовж декількох десятироків в деяких європейських країнах для дезінфекції, видалення кольору, поліпшення смаку і усунення запаху</p>	<p>Сильний дезінфектант і окисник Дуже ефективний проти вірусів Найбільш ефективний проти цист, а також будь-якої іншої патогенної мікрофлори Сприяє видаленню каламутності з води Видаляє сторонні присмаки і запахи не утворює хлорвмісних тригалометанів</p>	<p>Утворює побічні продукти, що включають: альдегіди, кетон, органічні кислоти, тригалометани, Необхідність використання додаткових фільтрів для видалення побічних продуктів, що утворюються Не забезпечує дезінфікуючої післядії Вимагає високих початкових витрат на устаткування Озон, реагуючи із складними органічними сполуками, розщеплює їх на фрагменти, що є поживним середовищем для мікроорганізмів в системах розподілу води</p>
<p><b>УФ-опромінення</b> Процес полягає в опроміненні води ультрафіолетом, здатним вбивати різні типи мікроорганізмів</p>	<p>Не вимагає зберігання і транспортування хімікатів Не утворює побічних продуктів Ефективний проти цист Не впливає на смак та запах води</p>	<p>Не має ефекту післядії Вимагає високих операційних (енергетичних) витрат Дезінфікуюча активність залежить від каламутності води, її жорсткості (утворення відкладень на поверхні лампи), осадження органічних забруднень на поверхні лампи, а також коливань в електричній мережі, що впливають на зміну довжини хвилі</p>

Це вимагає, з одного боку, подумати про можливість зниження концентрацій у воді органічних речовин природного походження до хлорування, а з іншої - зниження до допустимого мінімуму дози хлору, що вводитьься у воду, і контролю дози хлору, що забезпечується системою автоматичного регулювання витрати хлору (САР-РХ) .

Таблиця 2.3 - Підсумкова таблиця методів знезараження

	Ультрафіолет	Хлор	Озон
Капіталовкладення	Низькі	Дуже низькі	Високі
Виробничі затрати	Дуже низькі	Низькі	Высокие
Простота установки	Чудова	Хороша	Плоха
Простота обслуговування	Чудова	Хороша	Плоха
Вартість обслуговування	Дуже низька	Середня	Висока
Частота обслуговування	Не часто	Часто	Постійно
Контролюючі., системи	Чудові	Плохие	Хорошие
Дезінфекція	Чудова	Хороша	Чудова
Небезпека	Низька	Висока	Висока
Вплив на воду	Немає	Хлорорганіка, вкус, рН изм.	Невідомо
Контактний час	0,5 - 5 сек	30 - 60 хв	10 - 20 хв

Незаперечною перевагою УФ-опромінення є те, що цей спосіб знезараження не утворює побічних продуктів, тобто не погіршує якості води з точки зору впливу на здоров'я людини. Але ті технічні складнощі, які супроводжують цей спосіб сьогодні, вимагають досить критичного

відношення до його застосування в тих або інших практичних умовах. Незаперечних переваг у озону як дезинфектанта немає. Проте не слід бути категоричним до його застосування. Але, наважуючись на цей крок, завжди необхідно пам'ятати, що озон - нестійка хімічна сполука трьох атомів кисню  $O_3$  (у відмінність від стійкої двоатомної молекули  $O_2$ ). Тому озон має дуже високу хімічну активність, і не завжди ця активність призводить до бажаних результатів .

З цій таблиці бачимо явну незаперечну перевагу хлору - ефект післядії. Це дозволяє стверджувати, що хлорування обов'язково, особливо, якщо вода проходить шлях по розводящій мережі, а це ми бачимо в переважній більшості схем водопідготовки. І оскільки застосування хлору незмінне в таких випадках, необхідно подбати про зменшення кількості побічних продуктів, що утворюються при його використанні, шкідливих для здоров'я людини. Це вимагає, з одного боку, подумати про можливість зниження концентрацій у воді органічних речовин природного походження до хлорування, а з іншого - зниження до допустимого мінімуму дози хлору, що вводиться у воду і контролю дози хлору, забезпечується системою автоматичного регулювання витрати хлору (CAP-PX ).

Незаперечною перевагою УФ-опромінення є те, що цей спосіб знезараження не утворює побічних продуктів, тобто не погіршує якості води з точки зору впливу на здоров'я людини. Але ті технічні складнощі, які супроводжують цей спосіб сьогодні, вимагають досить критичного ставлення до його застосування в тих чи інших практичних умовах. Незаперечних переваг озону як дезинфектанта немає. Однак не слід бути категоричним проти його застосування. Але, наважуючись на цей крок, завжди необхідно пам'ятати, що озон - нестійкий хімічна сполука трьох атомів кисню  $O_3$  (на відміну від сталої двоатомних молекули  $O_2$ ). Тому озон має дуже високу хімічну активність, і не завжди ця активність призводить до бажаних результатів [12].

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

### 3 Вибір та обґрунтування заходів з підвищення знезараження питної води

#### 3.1 Загальна характеристика об'єкту дослідження

В Україні, згідно ДСанПіН, у питній воді нормуються мікробіологічні показники: кількість бактерій (загальне мікробне число - ОМЧ), кількість бактерій групи кишкової палички (індекс БГКП), кількість термостабільних кишкових паличок (фекальних коліформ - індекс ФК), кількість патогенних мікроорганізмів і коліфагів.

Таблиця 3.1 - Патогенні мікроорганізми, які можуть перебувати у питній воді

Найменування показників	Одиниця вимір	Нормативи для питної води		
		водопровідної, з пунктів розливу та бюветів	з колодязів і каптажів джерел	фасованої
Загальне мікробне число при $t = 37\text{ }^{\circ}\text{C} - 24$ години*	КОЕ/см <sup>3</sup>	$\leq 100$ ( $\leq 50$ )**	не визначається	$\leq 20$
Загальне мікробне число при $t = 22\text{ }^{\circ}\text{C} - 72$ години	КОЕ/см <sup>3</sup>	не визначається	не визначається	$\leq 100$
Загальні коліформи ***	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	відсутність	$\leq 1$	відсутність
E.coli***	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність
Ентерококи ***	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	відсутність	не визначається	відсутність
Синьогнійна паличка (Pseudomonas aeruginosa)	КОЕ/100 см <sup>3</sup>	не визначається	не визначається	відсутність
Патогенні ентеробактерії	наявність в 1 л	відсутність	відсутність	відсутність
Коліфаги****	БОЕ/дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність
Ентеровіруси, реовірусів, вірусу гепатиту А та інші	наявність у 10 дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність
Патогенні кишкові найпростіші	літини, цисти в 50 дм <sup>3</sup>	відсутність	відсутність	відсутність
Кишкові гельмінти	клітини, яйця, личинки, в 50 л	відсутність	відсутність	відсутність

Арк.

ДП 77.01.ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дат

### 3.2 Методика санітарного обстеження джерела водопостачання

Санітарне обстеження джерела водопостачання проводиться за такою схемою:

населений пункт (назва), район, область та місцезнаходження джерела водопостачання (в населеному пункті або за його межами; на рівному місці або на підвищенні, на схилі, в яру або на березі водоймища; чи не заливається талими водами

тип криниці (шахтний, трубчастий), матеріал, з якого вона виготовлена (деревина, бетон, цегла, вапняк, граніт), діаметр та інші розміри (довжина, ширина, площа), відстань до води та до дна, висота зрубу над рівнем землі, наявність глиняного замка, стан внутрішніх поверхонь (наявність щілин, плям, розростань грибів тощо), рік побудови криниці та час її останньої санації

водоносний горизонт, що є джерелом водопостачання та його коротка характеристика, стан поверхні ґрунту навколо криниці (наявність заощення, скатів від криниці, канами, огорожі

спосіб підйому води з криниці: відром (корбою, “журавлем”) або насосом, наявність кришки, накриття або будки над отвором криниці та їх технічний стан

відстань криниці від найближчих житлових будинків, вбиралень, помийних ям, промислових і сільськогосподарських об’єктів та інших джерел забруднення води і ґрунту, кількість житлових будинків, що використовують воду з криниці

дані про поширення інфекційних та інших захворювань, пов’язаних з водним фактором;

дані про наявність епізоотій серед свійських тварин та гризунів у районі обстеження

відомості про наявність санітарного паспорта криниці, дата останнього контролю;

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

узагальнений висновок про санітарний стан об'єкта та санітарний нагляд за ним, який обов'язково повинен ураховувати дані санітарно-топографічного та санітарно-технічного обстеження вододжерел, результати вивчення епідеміологічної обстановки та лабораторного аналізу питної води;

заходи щодо покращання санітарного стану криниці та якості питної води.

Державний санітарний нагляд і лабораторний контроль у галузі водопостачання населених місць

Згідно з чинним законодавством, забезпечити жителів населених місць доброякісною питною водою в достатній кількості зобов'язані органи державної виконавчої влади, місцевого і регіонального самоврядування (Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", ст. 18). Для розв'язання проблеми раціонального водопостачання населених місць важливе значення має правильно організований і систематичний санітарний нагляд. Державний санітарний нагляд за господарсько-питним водопостачанням здійснюють установи і заклади державної санітарко-епідеміологічної служби, насамперед санітарно-епідеміологічні станції. У сільській місцевості до контролю за місцевим водопостачанням залучають персонал лікарських дільниць і фельдшерсько-акушерських пунктів, у профілактичній роботі яких нагляд за водопостачанням повинний посідати важливе місце.

Державний санітарно-епідеміологічний нагляд передбачає контроль за дотриманням юридичними (відомствами, установами, підприємствами тощо) і фізичними (громадянами) особами санітарного законодавства в галузі водопостачання населених місць та застосування заходів правового характеру щодо порушників. Державний санітарно-епідеміологічний нагляд за господарсько-питним водопостачанням здійснюється у двох формах: запобіжного та поточного санітарного нагляду.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Запобіжний санітарний нагляд. Провідна роль у забезпеченні раціонального господарсько-питного водопостачання належить запобіжному санітарному нагляду.

Запобіжний санітарний нагляд у процесі організації централізованого господарсько-питного водопостачання передбачає:

- участь лікаря-гігієніста у виборі джерела водопостачання, місця розташування водозабору й головних споруд водопроводу, а також у встановленні меж зон санітарної охорони;
- розгляд проектів розширення і реконструкції діючих та будівництва нових водопроводів, у тому числі й проектів зон санітарної охорони;
- санітарний нагляд під час будівництва водопроводів;
- участь у прийманні в експлуатацію водопроводів і окремих водопровідних споруд.

Поточний санітарний нагляд повинен сприяти дотриманню правильно-го технологічного режиму оброблення води, своєчасному виявленню дефектів у роботі очисних споруд і мережі та запобіганню подачі населенню води, що не відповідає вимогам чинних Державних санітарних норм та правил “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Їх головним завданням є контроль за утриманням акваторії, санітарним станом території зон санітарної охорони, всіх споруд водопроводу, особистою гігієною персоналу, своєчасністю проходження ним медичних оглядів.

За законом України “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”, персонал водопровідних станцій і особи, що обслуговують водонапірні вежі, резервуари чистої води і колонки, повинні проходити обов’язкові попередні (до прийняття на роботу) і періодичні медичні огляди. Перед тим як стати до роботи, проходять огляд терапевта і дерматолога, флюорографію, обстеження на носійство збудників кишкових інфекцій і гель мінтози. Надалі оглядають терапевт, дерматолог і роблять

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

флюорографію 1 раз на рік, а обстеження на бактеріоносійство – за епідеміологічними показаннями. Результати обстеження заносять в індивідуальні санітарні книжки, що зберігаються на об'єкті. Тих, хто без поважних причин не пройшов у встановлений термін медичний огляд у повному обсязі, не допускають до роботи і можуть притягнути до дисциплінарної відповідальності.

Основою поточного санітарного нагляду є паспортизація споруд водопроводу.

Успіх поточного санітарного нагляду за господарсько-питним водопостачанням багато в чому визначається організацією систематичного лабораторного контролю якості води, що надходить у мережу водопроводу, і питної води в точках водорозбору. Розрізняють лабораторно-виробничий контроль, здійснюваний власником водопроводу, і санітарно-лабораторний, що є елементом поточного санітарного нагляду і здійснюється СЕС. На великих водопроводах, що мають власні аналітичні лабораторії, лабораторно-виробничий контроль якості води проводять силами цих лабораторій відповідно до вимог чинного стандарту (ГОСТ 2874-82 або ДСанПіН “Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання”).

З метою проведення гігієнічної оцінки якості питної води слід використовувати Державні санітарні норми та правила “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною” (ДСанПіН 2.2.4-171-10).

Відповідно до їх основних положень гігієнічну оцінку безпечності та якості питної води проводять за показниками епідемічної безпеки (мікробіологічні, паразитологічні), санітарно-хімічними (органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-токсикологічні) та радіаційними показниками, наведеними у табл. 3.1-3.4.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 3.2- Періодичність здійснення скороченого, скороченого періодичного та повного виробничого контролю безпечності та якості питної води перед її надходженням у розподільну мережу для водопроводів з підземних джерел питного водопостачання

Види контролю	Групи показників	Кількість осіб, що забезпечуються питною водою з системи водопостачання*			
		До 500	500-20000	20000-50000	Понад 50000
		Кількість проб питної води, досліджених протягом одного року, не менше ніж			
Скорочений	Мікробіологічні	12 (одна на місяць)	52 (одна на тиждень)	156 (три на тиждень)	365 (одна на добу)
	Органолептичні	12 (одна на місяць)	52 (одна на тиждень)	156 (три на тиждень)	365 (одна на добу)
Скорочений періодичний	Згідно з табл. 3.1	4(одна на сезон)	4+2 на кожні 10 <sup>4</sup> населення	8+2 на кожні 10 тис. населення	14+2 на кожні 10 тис. населення (понад 14)
Повний	Мікробіологічні, органолептичні, фізико-хімічні та санітарно-токсикологічні	1	1	2	2

\* У разі необхідності можна зробити перерахунок на об'єм води, що подається населенню, з урахуванням того, що одна особа споживає 0,2 м<sup>3</sup>/добу питної води.

Таблиця 3.3 - Періодичність здійснення виробничого контролю безпечності та якості питної води у розподільній мережі

Кількість осіб, що забезпечуються питною водою з системи водопостачання	Кількість проб питної води, досліджених протягом одного місяця
до 500	1
500 – 5000	5
5000 – 50000	10
50000 – 500000	20
500000 – 1000000	50
Понад 1000000	100

+Примітка. Кількість проб повинна бути рівномірно розподілена у часі.

Таблиця 3.4 - Періодичність здійснення скороченого, скороченого періодичного та повного виробничого контролю безпечності та якості питної води перед її надходженням у розподільну мережу для водопроводів з поверхневих джерел питного водопостачання (централізоване питне водопостачання)

Види контролю	Групи показників	Кількість осіб, що забезпечуються питною водою з системи водопостачання*		
		До 20000	20000-100000	Понад 100000
		Кількість проб питної води, досліджених протягом одного року, не менше ніж		
Скорочений	Мікробіологічні	52** (одна на тиждень)	365 (одна на добу)	365 (одна на добу)
	Паразитологічні	4 (одна на сезон)	4 (одна на сезон)	4 (одна на сезон)
	Органолептичні	52** (одна на тиждень)	365 (одна на добу)	365 (одна на добу)
Повний	Мікробіологічні, органолептичні, фізико-хімічні та санітарно-токсикологічні	4 (одна на сезон)	4 (одна на сезон)	12 (одна на місяць)

\* У разі необхідності можна зробити перерахунок на об'єм води, що подається населенню, з урахуванням того, що одна особа споживає 0,2 м<sup>3</sup>/добу питної води.

\*\* У весняно-літній період періодичність досліджень проб питної води повинна становити не менше ніж одна на добу.

### 3.3 Методи та методики аналітичного контролю

Санітарно-вірусологічне дослідження водних об'єктів здійснюється під час проведення запобіжного та поточного державного санітарно-епідеміологічного нагляду, а також за епідемічними показаннями.

Санітарно-вірусологічне дослідження води складається з етапів:

- відбір проб для дослідження;
- підготовка проб для дослідження (первинна обробка матеріалу);
- концентрація вірусів у пробах води;
- деконтамінація вірусного концентрату;

- вірусологічне дослідження (виділення вірусу або виявлення його антигенів та фрагменту геному).

Відбір проб води здійснюють, дотримуючись загальних вимог, що забезпечують збереження вірусів у пробі та не допускають забруднення вторинною мікрофлорою. Проби відбирає проінструктований працівник лабораторії, який працює в медичному халаті (спецодязі) та латексних або гумових рукавичках. Після відбору проб рукавички обробляють 70% етиловим спиртом, по завершенню роботи - халати та рукавички підлягають стерилізації.

Одержаний матеріал маркують, заповнюють направлення на дослідження, зазначаючи місце (населений пункт), точку відбору, назву проби та дату (число, місяць, рік). Термін доставки матеріалу в лабораторію повинен не перевищувати 6 годин з моменту його відбору. Проби води доставляють у лабораторію, дотримуючись правил холодового ланцюга (з холодowymi елементами в сумках - холодильниках, пластикових коробках тощо). Доставлений матеріал обробляють у лабораторії в перші години з моменту його надходження. Якщо не можливо провести дослідження в цей день, можна зберігати доставлені проби при температурі +4 +/- 0,1 град. С впродовж доби. Кожну пробу обов'язково реєструють в робочому журналі.

Питну воду безпосередньо в стерильний посуд без застосування гумових (латексних) шлангів, водорозподільчих сіток або насадок. Перед відбором проб кран кінцевої ділянки периферійної водопостачальної мережі (або відвідний кран на етапі обробки води на водозабірних спорудах) тричі фламбують запаленим спиртовим факелом і спускають воду впродовж 10-15 хв. при повністю відкритому крані.

Якщо через відповідний кран вода тече постійно, то відбір проб води проводиться без фламбування запаленим спиртовим факелом, без змін напору води або у самій конструкції крану.

Об'єм однієї проби - 10 л.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		51

Для нейтралізації залишків хлору в посуд для відбору проб перед стерилізацією додають гіпосульфід натрію з розрахунку 20 мг на 1 л води!

#### Підготовка проб до дослідження

Проби питної води в об'ємі 10 л, відібрані в стерильний посуд і доставлені в лабораторію, поміщають у холодильник або холодну кімнату при температурі +4 град. С, дають відстоятися впродовж 30 хв. у доставленому посуді, а потім вдаються до дехлорування. Проби води, звільнені від хлору, використовують для подальшого дослідження.

#### Методи концентрації вірусів у пробах води

Методи, що застосовують для концентрації вірусів у пробах води, повинні відповідати таким вимогам: можливість концентрувати малу або навіть незначну кількість патогенних для людини вірусів, наявних у великих об'ємах води; забезпечувати відокремлення вірусів від бактерій та інших контамінантів; сконцентрований вірусний матеріал має зберігати життєздатність для подальшого вірусологічного дослідження.

Методи концентрації вірусів з води можна умовно поділити на групи:

- фізичні (ультрацентрифугування, фільтрація, ультрафільтрація, пінна флоатація, електрофорез та електроосмос);
- фізико-хімічні (осадження за допомогою сульфату амонія, сульфату алюмінія, концентрація поліетиленгліколем, двофазний метод із застосуванням ПЕГ 6000 та декстрану Т40 Amersham-Pharmacia та ін.);
- адсорбційні (адсорбція на марлевих тампонах, активованому вугіллі, природних мінеральних сорбентах - бентоніті, асканіті та ін., на іонообмінних смолах, аміноетоксиаеросилі, поліметилксилосані, макропористому склі, двофазний метод та ін.).

Вибір методу концентрації вірусів у пробах води залежить від багатьох чинників: ступеня забруднення води, чутливості методики, доступності стандартизованого адсорбенту, наявності відповідного обладнання

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

(наприклад, ультрацентрифуг з охолодженням або спеціального обладнання для ультрафільтрації) та навантаження на лабораторію.

Санітарно-вірусологічний моніторинг за забрудненням води (стічної, поверхневих та підземних водойм, питної), як правило, в практичних лабораторіях проводиться за кількома показниками (ентеровіруси, ротавіруси, аденовіруси, віруси гепатиту А, колифаги), тому доцільно використовувати такий спосіб концентрації і використовувати єдиний реактив для концентрації, який би дозволяв визначати декілька показників вірусів одномоментно.

Усі роботи, пов'язані з концентрацією та виділенням вірусів, здійснюються за умови дотримання правил безпеки (при роботі зі збудниками III-IV групи патогенності) у повній відповідності до регламентуючих документів.

Концентрація вірусів методом фільтрації через фільтр з матеріалу Петрянова

Фільтр з матеріалу Петрянова (далі ФП) фіксують у будь-якому утримувачі фільтру, прикладаючи до решітки тою чи іншою його стороною, оскільки обидві поверхні фільтру ідентичні. Діаметр ФП може дорівнювати 3-14 см.

Досліджувану пробу води, що попередньо пройшла обробку (див. Розділ 4), пропускають під тиском через фільтрувальну установку або спеціальну насадку з утримувачем фільтру. Після проходження всієї досліджуваної проби води через фільтр та адсорбції на ньому вірусів його видаляють стерильним пінцетом із утримувача і вміщують у стерильну чашку Петрі.

Для елюції вірусу з поверхні фільтру на нього наносять 1 М розчин NaCl (елюент) з розрахунку 2,0 мл на 10 кв.см поверхні фільтра, тобто 2 мл рідини на фільтр діаметром 3 см. Фільтр промивають, піпетуючи рідину

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

впродовж 2-3 хв., а далі рідину зливають у флакон і отримують елюат I. Процедуру елюції вірусів з фільтру повторюють, елюати I і II об'єднують.

Недоліком методу є швидке засмічення пор фільтру та неповна десорбція вірусу з його поверхні.

Концентрація вірусів методом осадження за допомогою алюмінія сульфату

Температуру попередньо обробленої проби води доводять до  $+20 \pm 1$  град. С на водяній бані чи за допомогою термостату. До 1 л води додають 2 мл 10% розчину алюмінія сульфату ( $Al_2(SO_4)_3$ ), ретельно перемішують, рН води краплинами доводять до значень 5,4-5,8. Для цього застосовують 1 М розчин НСІ або 1 М розчин NaOH.

Досліджувану пробу (рН 5,4-5,8) із внесеним в неї розчином алюмінія сульфату витримують при температурі  $+18-20$  град. С впродовж 4 годин, або при температурі  $+4$  град. С - впродовж 18 годин. Прозорий надосад обережно зливають та викидають, а білий аморфний осад, що містить у собі віруси, переносять у центрифужну склянку або пробірку і центрифугують при 2000 об./хв. впродовж 10-15 хв. Надосад знову видаляють, а осад, що став більш щільним, суспендують у 4,0 мл розчину Хенкса (рН 7,4) для елюції вірусів і знову центрифугують за вказаних вище умов. Для подальшого дослідження відбирають вже надосад (елюат), в якому містяться сконцентровані віруси, а осад алюмінія сульфату, звільнений від вірусу, викидають.

В якості елюентів, окрім розчину Хенксу (рН 7,4), можна використовувати 0,5 М фосфатний буфер (рН 8,2) та ін.

Проби води, оброблені солями алюмінію, зберігають тільки при температурі  $+4$  град., ні в якому разі не заморожуючи їх.

Дослідження проб на наявність вірусу гепатиту А

Визначення вірусних антигенів ВГА в ІФА

Елюати, отримані після концентрування досліджуваних об'ємів води, аналізуються методом ІФА у відповідності до Інструкції, що додається до

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



стандартного комерційного діагностичного набору, зареєстрованого в Україні.

Полімеразна ланцюгова реакція зі зворотною транскрипцією

Для проведення дослідження рекомендовано використовувати сертифіковані тест-системи.

Для проведення аналізу використовуються проби води без додаткової концентрації або концентрат (елюат). Зразок у кількості 0,5-1 мл переносять в пробірки типу "еппENDORF", що вільні від РНКаз та ДНКаз.

Проби зберігають при 2-8 град. С не більше однієї доби, тривало - при мінус 70 град. С. Допускається тільки одноразове заморожування-відтаювання матеріалу.

Доставка проб здійснюється в спеціальному термоконтейнері з охолоджуючими елементами.

Проведення аналізу

ПЛР-аналіз складається з чотирьох етапів, кожний з яких має свої контрольні зразки:

- виділення РНК;
- отримання комплементарної ДНК (кДНК) на матриці РНК - реакція зворотної транскрипції (ЗТ);
- ампліфікація ділянки ДНК - полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР);
- електрофоретический аналіз продуктів ПЛР і облік результатів ПЛР-аналізу.

Результати аналізу не підлягають обліку в наступних випадках:

1. Якщо результати аналізу контрольних зразків не співпадають з наведеними в табл. 8.6., то відповідний етап аналізу слід переробити.
2. Якщо в доріжці якій-небудь з проб відсутні обидві смуги, і 430 п.н. і 680 п.н., результат аналізу по даній пробі вважається недійсним, необхідно повторити дослідження цієї клінічної проби із самого початку. Причиною

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		55

могла з'явитися помилка в процедурі обробки клінічного матеріалу, що привела до втрати РНК/ДНК або інгібування ЗТ та/або ПЛР.

3. У доріжках з'являються неспецифічні смуги на різних рівнях. Можливі причини: відсутність "гарячого старту" або невірний температурний режим в осередках ампліфікатора.

4. Поява специфічної смуги 430 п.н. в будь-якому з негативних контрольних зразків (НК, К-) указує на контамінацію реактивів або проб. В цьому випадку результати аналізу вважають недійсними. Вимагається повторити аналіз проб, а також вжити заходи по виявленню джерела контамінації.

Методи дослідження проб на наявність кишкових фагів

З багаточисельної групи фагів як санітарно-показові віруси визначені постійно наявні у кишечнику людини соматичні колифаги, які у великій кількості потрапляють у стічні води, у водойми зі стічними водами та поверхневим стоком і, як слідство, у питну воду (водопровідну, колодязну та інші джерела).

Коліфаги - це бактеріальні віруси, котрі складаються з капсиду, який вміщує одно- або двуниткову ДНК в якості геному.

Виявлення у воді кишкових бактеріофагів може свідчити про наявність патогенних вірусів, особливо у питній воді. Наявність їх у воді з резервуару чистої води станції водопідготовки вказує на недосконалість технології водопідготовки, а у воді з мережі водопостачання, крім вказаного, - про наявність умов вторинного забруднення, зокрема збудниками вірусних інфекцій.

Коліфаги слугують найбільш адекватною моделлю оцінки ефективності того чи іншого прийому очистки та знезараження води від вірусів. Методи їх визначення доступні лабораторіям любого рівня, не потребують спеціального обладнання та дають можливість отримати результати вже через 6-24 годин.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		56

Бактеріофаги здатні інфікувати певні штами хазяїна *E.coli* та утворювати видимі бляшки (зони лізису, прозорі зони) різного розміру та морфології на зливному газоні бактеріального росту хазяїна за відповідних умов культивування. Визначення колифагів можна проводити двома методами:

- титраційним методом (метод накопичення) або найбільш вірогідного числа (НВЧ);
- прямим методом без попередньої концентрації колифагів та після їх концентрації.

Титраційний метод дозволяє виявляти незначну кількість колифагів в об'єкті, але загальний об'єм води, як правило, не перевищує 1 л. Цей метод застосовується при дослідженні питної води після очистки та знезараження, води з розподільчої системи або інших малозабруднених об'єктів. Отримання результату можливе через 24-48 годин.

Прямий метод застосовується для визначення колифагів у стічній воді та інших водних об'єктах зі значним антропогенним забрудненням. Застосування прямого методу визначення колифагів у питній воді має технічну обмеженість внаслідок неможливості дослідження великих об'ємів. В той же час він застосовується для визначення колифагів у питній воді та інших видах чистих вод після попередньої концентрації фагів з великих об'ємів у малі. Використовують методи концентрації хлоридом алюмінія та ГГМКК. Результат отримують через 6-24 годин.

### **3.4 Характеристика метода знезараження**

Технологія УФ-знезараження знаходить все більш широке застосування в схемах підготовки питної води. Залежно від поставлених завдань і технологічної схеми УФ-опромінення може використовуватися в різних точках технологічного ланцюга. У Росії накопичився значний позитивний досвід застосування ультрафіолету в системах централізованого

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		57

водопостачання, а по ряду позицій у реалізації досягнуто пріоритет у порівнянні з провідними західними країнами.

На підприємствах Західної Європи та США УФ-опромінення застосовують для досягнення необхідного ступеня захисту від збудників паразитарних і вірусних інфекцій. Навіть при прийнятному вихідній якості води в вододжерела і відсутності в питній воді нормованих індикаторних показників схема водопідготовки повинна забезпечувати видалення вірусів і цист найпростіших на три-чотири порядки для забезпечення гарантованої безпеки. З урахуванням жорстких обмежень по широкому спектру побічних продуктів досягнення такої міри захисту яким-небудь одним методом неможливо, тому модернізація водопровідних споруд в цих країнах, як правило, здійснюється шляхом нарощування ступенів очищення і застосування комбінованих методів знезараження. УФ-опромінення добре вписується в концепцію множинних бар'єрів завдяки високій ефективності щодо ооцист крипто споридий, контролю над якими в Європі і США приділяється велика увага, а також завдяки відсутності утворення побічних продуктів. Навіть у багатоступеневих схемах очищення, що включають сорбцію та / або мембранну фільтрацію і зворотний осмос, УФ-опромінення застосовується в якості кінцевого гаранта безпеки води. Згідно з даними французької компанії "Дегремона Технолоджи" в найближчі роки в США за абсолютними фінансових витрат обсяг впровадження УФ-технологій при водопідготовці перевищить обсяг озонових технологій, і це з урахуванням того, що вартість УФ-методу на 1 м<sup>3</sup> оброблюваної води в кілька разів дешевше озонування. Досвід експлуатації УФ-станцій на очисних вітчизняних водопровідних спорудах показує, що впровадження додаткової стадії знезараження істотно підвищує надійність системи питного водопостачання щодо поширення епідеміологічних захворювань. Як уже згадувалося, при підготовці питної води УФ-опромінення застосовується насамперед для забезпечення знезараження відносно стійких до хлорування

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

мікроорганізмів: вірусів і цист найпростіших. При цьому найбільш ефективним є поєднання УФ опромінення і хлораммонізації, яке також дозволяє знизити концентрацію хлорорганічних сполук у воді, що часто являє собою пріоритетну задачу.

У багатьох випадках найбільш ефективним виявляється комплексне застосування реагентних і безреагентних методів знезараження води. Поєднання УФ-знезараження з наступним хлоруванням малими дозами забезпечує як найвищу ступінь очищення, так і відсутність вторинного біоуражень води, як наприклад на рис 3.1. Такий підхід, наприклад, успішно використовується в централізованому водопостачанні міста Будапешт, де на міських станціях водоочищення в якості основної технології знезараження використовують УФ-випромінювання. Хлорування в цьому випадку носить характер пост-обробки і здійснюється за допомогою мінімальних доз хлору безпосередньо перед подачею води в розподільні системи. Як свідчать численні дослідження, застосування малих доз хлор-реагентів дозволяє істотно знизити можливість утворення токсичних побічних продуктів.

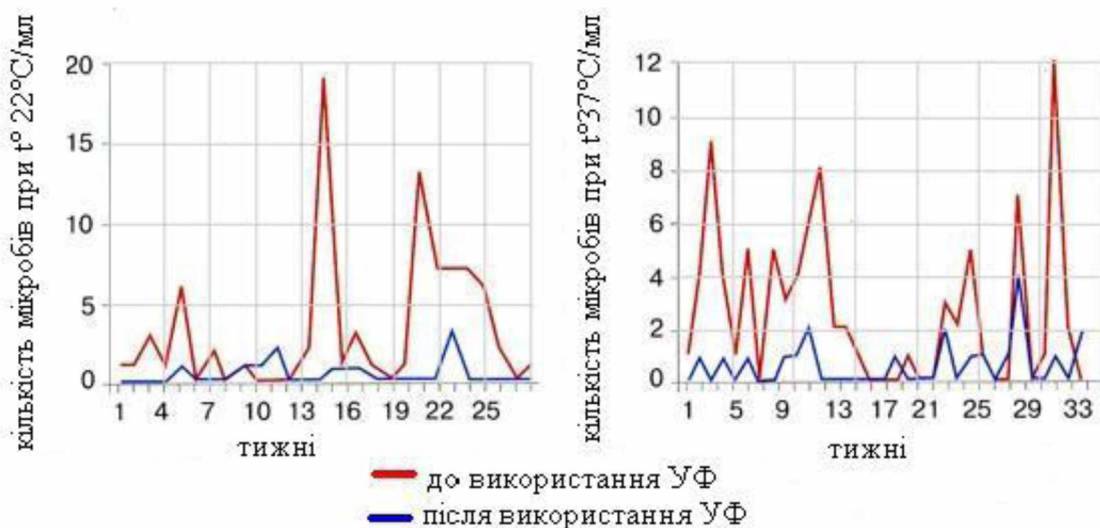


Рис. 3.1 - Результат дезінфекції за допомогою комбінованого методу  
Уф-обробки і ГПХН

У багатьох випадках найбільш ефективним виявляється комплексне застосування реагентних і безреагентних методів знезараження води. Поєднання УФ-знезараження з наступним хлоруванням малими дозами забезпечує як найвищу ступінь очищення, так і відсутність вторинного біоуражень води. Так, обробкою води басейнів УФ-опроміненням в поєднанні з хлоруванням досягається не тільки висока ступінь знезараження, зниження порогової концентрації хлору у воді, але і, як наслідок, суттєва економія коштів на витраті хлору і поліпшення обстановки в самому басейні.

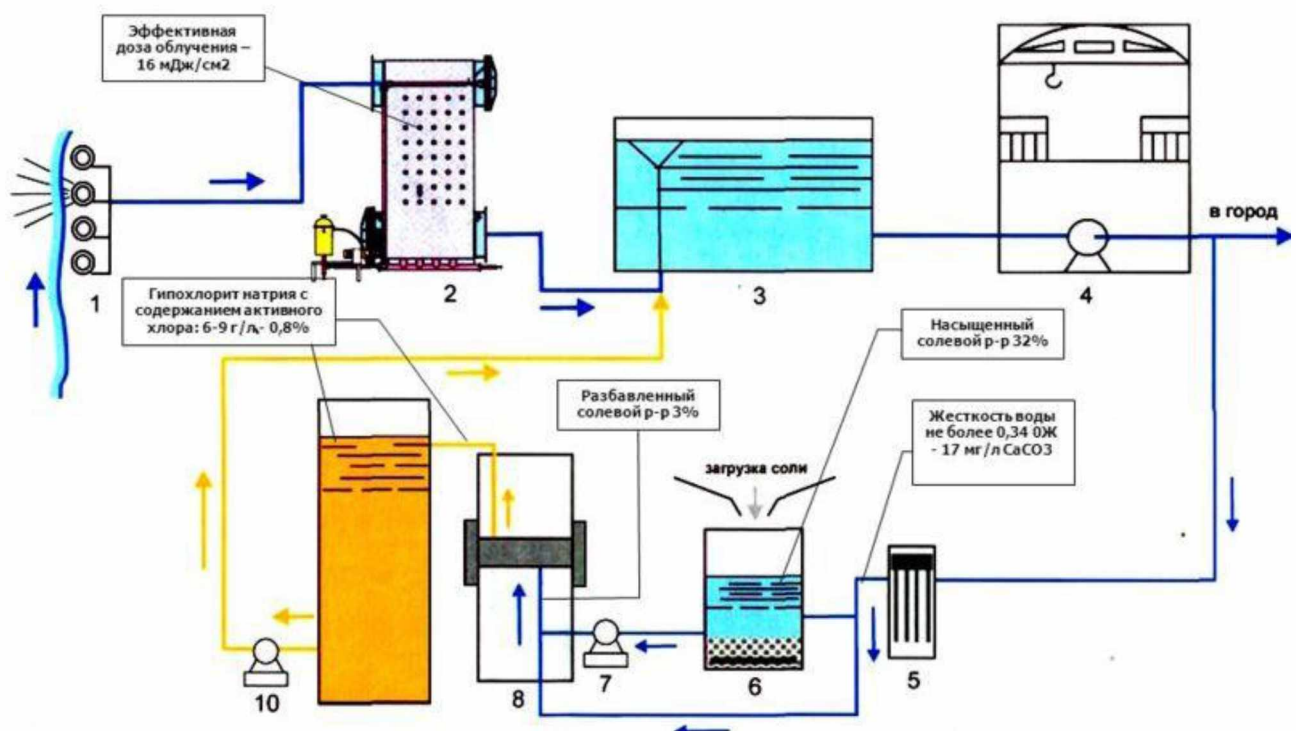


Рис. 3.2 - Принципова схема знезараження води ГПХН і УФ-опромінення

1 - свердловини і променеві водозабори; 2 - установка УФО; 3 - резервуар чистої води; 4 - наносна станція; 5 - пом'якшувач; 6 - сатуратор; 7 - насос сольового розчину; 8 - електролізер; 9 - резервуар готового розчину гіпохлориту натрію; 10 - насос дозатор гіпохлориту натрію

Потужність ГПВ -  $25\,000 \text{ м}^3 / \text{добу}$  з перспективою до  $50\,000 \text{ м}^3 / \text{добу}$ .  
Проектом реконструкції передбачено заміну системи знезараження питної

										Арк.
										60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

води рідким хлором на комплексну - спочатку знезараження розчином гіпохлориту натрію перед РЧВ (резервуар чистої води) і ультрафіолетове випромінювання за допомогою УФ-установки в приміщенні насосної станції перед подачею води споживачам (рис 3.3).

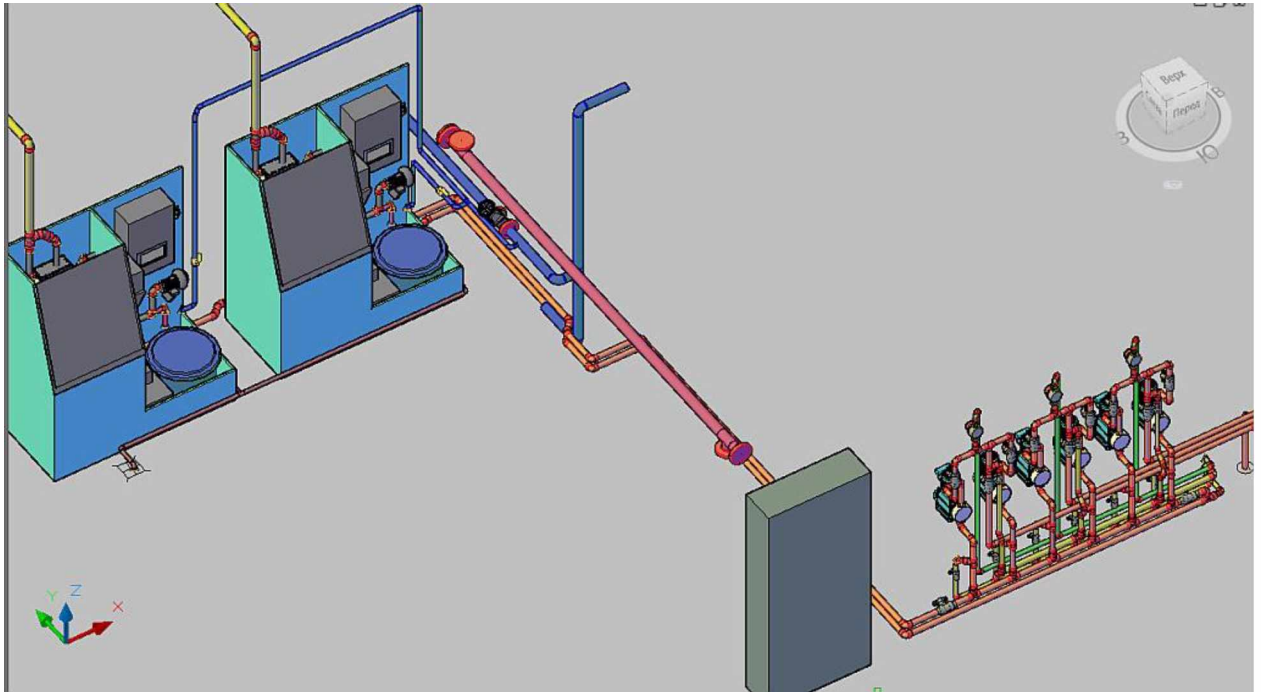


Рис. 3.3 - Загальний вигляд комплексної установки для знезараження води

Проектом передбачається застосування технології локального електролітичного хлорування OSEC фірми "Wallace & Tiernan", яка забезпечує безперервне виробництво гіпохлориту натрію з солі, води та електроенергії. Система OSEC® LC plus являє собою повністю укомплектовану компактну систему, змонтовану у вигляді єдиного блоку, куди входять: 90 л сатуратор (резервуар для приготування розчину солі); 200 л резервуар для зберігання гіпохлориту; пом'якшувач води; насос для розчину солі; перемикач потоку води для розведення розчину солі; електролізер; трансформатор / випрямляч для електропостачання електролізера; повітродувка; панель управління;

Для подачі гіпохлориту в точки введення проектом передбачається установка 6 насосів-дозаторів DOSATOR VMP виконання E30 компанії

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

"Wallace & Tiernan". Управління насосами автоматичне - за залишковим рівнем хлору.

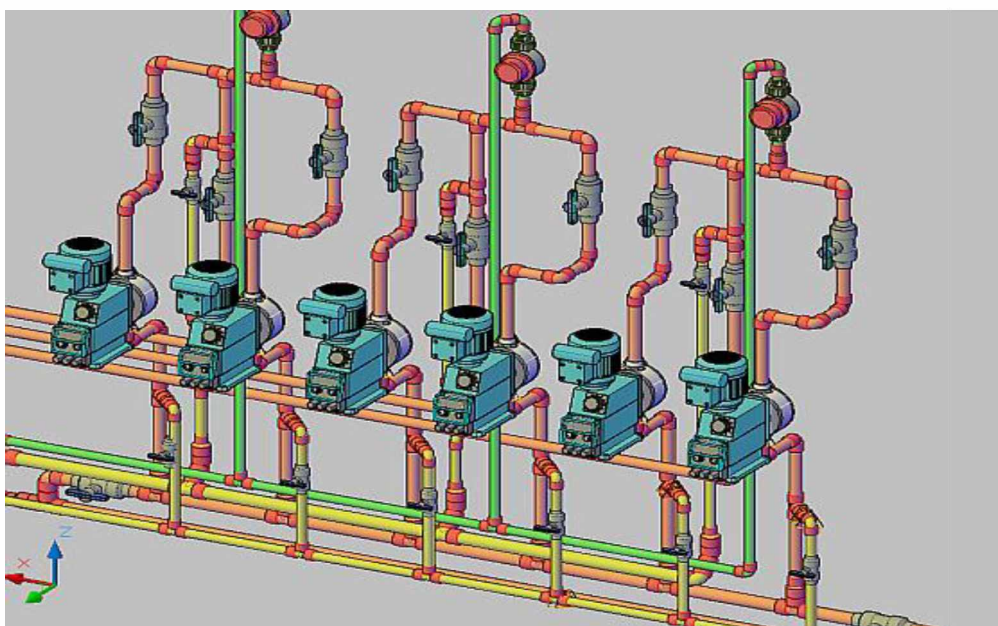


Рис. 3.4 - Установка з 6-ма насосами-дозаторами для подачі гіпохлориту

Прийнято дві Уф-установки типу Compact UV 3200, кожна з яких обладнана двома лампами В5050Н фірми "Berson" MultiWave загальною потужністю 12 кВт.

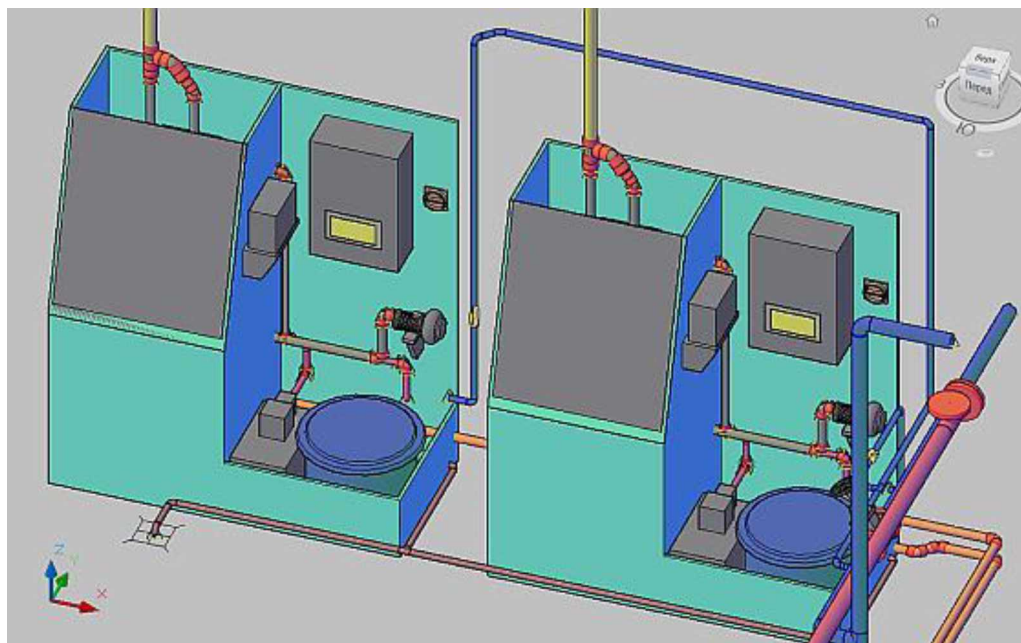


Рис. 3.5 – УФ-установки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ДП 77.01.ПЗ

Арк.

62



Робота станції знезараження повністю автоматизована, всі показники роботи виведені на пульт. Крім того контрольні сигнали по GSM каналу подаються на центральну диспетчерську для дистанційного моніторингу роботи станції.

Організація процесу УФ-знезараження вимагає великих капітальних вкладень, ніж хлорування, але менших, ніж озонування. Низькі експлуатаційні витрати роблять УФ-знезараження та хлорування порівнянними в економічному плані. Витрата електроенергії незначний, а вартість щорічної заміни ламп становить не більше 10% від ціни установки. Для індивідуального водопостачання УФ-установки є найбільш привабливими.

Фактором, що знижує ефективність роботи установок УФ-знезараження при тривалій експлуатації, є забруднення кварцових чохлам ламп відкладеннями органічного і мінерального складу. Великі установки забезпечуються автоматичною системою очищення, що здійснює промивку шляхом циркуляції через установку води з додаванням харчових кислот. В інших випадках застосовується механічна очистка.

Поєднання УФ-знезараження з наступним хлоруванням малими дозами забезпечує як високий ступінь очищення, так і відсутність вторинного біоуражень води. Так, обробка води УФ-опроміненням в поєднанні з хлоруванням дозволяє досягти не тільки високого ступеня знезараження, зниження порогової концентрації хлору у воді, але і істотно заощадити кошти на витраті хлору і поліпшити санітарний стан водного об'єкта та системи питного водопостачання.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#### **4. Охорона праці, протипожежна безпека та безпека в надзвичайних ситуаціях**

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності, діюча на підставі відповідних законодавчих та інших нормативних актів система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, що забезпечують збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці, дозвіл на початок робіт підвищеної небезпеки, який необхідний організації чи підприємству, хто працює в будівництві.

Законодавство про працю містить норми і вимоги з техніки безпеки і виробничої санітарії та норми. Значення охорони праці полягає в сприянні росту ефективності суспільного виробництва шляхом безперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення їх безпеки, зниження виробничого травматизму та профзахворювань.

Зростання продуктивності праці відбувається в результаті збільшення фонду робочого часу завдяки скороченню внутрішньо-змінних простоїв шляхом ліквідації мікротравм або зниження їх кількості, а також завдяки запобіганню передчасного стомлення шляхом раціоналізації і покращення умов праці та введенню оптимальних режимів праці та відпочинку, а також інших заходів, які сприяють ефективному використанню робочого часу. В цьому розділі розглянуто охорону праці та безпеку у надзвичайних ситуаціях для цеху нейтралізації та очистки промислових стоків (цех НОПС).

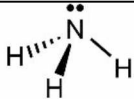
					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

#### 4.1 Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, пожежо- та вибухонебезпечність речовин, що застосовано

Токсичність хімічних речовин визначається їх будовою, фізико-хімічними властивостями, концентрацією та шляхами проникнення цих речовин в організм людини. За характером токсичної дії промислові отрути поділяються на нервові (нейротропні), кров'яні, подразнюючі шкіру та слизові оболонки, алергени і канцерогени. Слід проаналізувати властивості токсичних речовин, що дозволить вірно обрати захисні заходи від їхньої шкідливої дії. Спеціально розроблені норми гранично-допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин в атмосфері виробничих приміщень, а також класи небезпечності цих речовин.

Всі характеристики хімічних сполук, що є в наявності в цеху, доцільно приводити у вигляді таблиці 4.1

Таблиця 4.1. - Основні фізико-хімічні властивості речовин

Назва сполуки		Емпірична формула	Структурна формула	Агрегатний стан за н.у.	Температура плавлення, °С	Температура кипіння, °С
Раціональна номенклатура	Систематична номенклатура					
1	2	3	4	5	6	7
Хлор	хлор	Cl <sub>2</sub>	Cl- Cl	газ	-100	-34
Метан	метан	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> =C=H <sub>2</sub>	газ	-182,4 9	161,5 6
Аміак	аміак	NH <sub>3</sub>		газ	-77,73	-33,34
Оксид вуглецю	монооксид вуглецю	CO	:C≡O:	газ	-205	-191,5

Таблиця 4.2 - Показники вибухо – і пожежонебезпечності

Сполука	Температура спалаху, °С	Температура самозапалення, °С	Межі спалахування концентраційні, %	
			нижній	верхній
Метан	-187,8	537,8	5	15

Таблиця 4.3 - Характеристика токсичності

Сполука	Клас шкідливості	Характер дії на організм людини	Гранично допустима концентрація				Засоби індивідуального захисту
			в повітрі, мг/м <sup>3</sup>			ГДК	
			в робочій зоні	Населено-го пункту			
				максимально разова	середньо-добова		
1	2	3	4	5	6	7	8
Хлор	2	При попаданні в легені викликає опік легеневої тканини, задуху	1	0,1	00,3	0,3	Протигаз Марки В
Амоніак	4	При високих концентраціях викликає отруєння організму	20	0,04	0,04	2	Протигаз марки КД

#### 4.2 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори екотехнології

У складі вод є такі речовини, як аміак, хлор, розчини солей і металів та ін. У процесі очищення при аерації повітрям дані речовини виділяються з відкритих поверхонь вод при умові порушення норм вибросу, їх вміст у повітрі робочої зони може перевищувати гранично допустиму концентрацію.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		66

Найбільш вірогідними небезпечними і шкідливими факторами у цеху є рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, підвищена загазованість повітря робочої зони, підвищена температура поверхонь устаткування, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини, недостатня освітленість робочої зони, підвищений або знижений барометричний тиск, хімічні опіки різними кислотами, попадання стоків, які містять мікробіологічні забруднення, на шкіру. Для попередження аварій, несправностей, нещасних випадків та забезпечення нормальних умов експлуатації очисних споруд необхідно виконувати норми та вимоги технологічного регламенту, діючих інструкцій по робочих місцях, правила охорони праці.

#### Класифікація і категорійність виробництва

Частина приміщень цеху по вибухопожежній і пожежній безпеці згідно з НАПБ Б.03.002-2007 відноситься до категорії А (тому що при порушеннях зберігання, або транспортування можуть утворюватися горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газопароповітряні суміші) а інша частина – до категорії Д. Група виробничого процесу за санітарною характеристикою по СНіП-02.09.04-87 – 1б (процеси, що викликають забруднення тіла, спецодягу, які можна видалити без застосування спеціальних миючих засобів). Клас виробництва за санітарною характеристикою – III, санітарно-захисна зона – 300м (згідно ДСП 173-96).

Роботи, які виконуються в цеху за енерговитратами організму (витрата енергії при виконанні роботи) відноситься до категорії середньої важкості, що пов'язана з ходьбою й перенесенням вантажів до 10 кг. Відповідно до Держстандарту 12.1.005-88 в табл. 5.4 приведені оптимальні й припустимі параметри мікроклімату.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 4.4 - Припустимі й оптимальні значення параметрів метеоумов

Категорія робіт по важкості	Період року	Температура		Відносна вологість		Швидкість руху повітря в приміщенні	
		оптимальна	припустима	оптимальна	припустима	оптимальна	припустима
Середньої важкості	холодний	18-20	17-23	60-40	75 при 26°C	0,2	0,3
Середньої важкості	теплий	21-23	19-25	60-40	75 при 26°C	0,2	0,2

Для забезпечення параметрів мікроклімату, наведених у таблиці 4.4, передбачено застосування наступних заходів: вентиляція й опалення в холодний період року (повітряне), герметизація устаткування й застосування засобів індивідуального захисту.

#### 4.3 Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Згідно інструкції по правилам безпеки на території підприємства для попередження або зменшення дії інтенсивних небезпечних шкідливих виробничих факторів повинні застосовуватися засоби колективного захисту та засоби індивідуального захисту. До засобів колективного захисту відносять - засоби нормалізації повітряного середовища (вентиляція та очищення повітря, кондиціонування повітря, опалення), засоби нормалізації освітлення (освітлювальні прилади, світлові отвори), засоби захисту від підвищеного шуму (огорожувальні пристрої, звукоізоляційні, звукопоглинальні пристрої), засоби захисту від підвищеного рівня вібрації (пристрої, що гасять вібрацію), засоби захисту від підвищеного рівня статичної електрики (пристрої, що заземлюють).

До засобів індивідуального захисту відносять: засоби захисту органів

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

дихання, одяг спеціальний захисний, ізолюючі костюми, засоби захисту ніг, голови, очей, органів слуху, захисні засоби для шкіри. Умови та порядок застосування засобів індивідуального захисту представлені у регламентах, інструкціях з охорони праці структурних підрозділів.

Вентиляційні установки повинні бути справні, своєчасно оглянуті, відремонтовані та постійно знаходитися в роботі. Для зменшення вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони необхідно забезпечити герметизацію обладнання, своєчасно робити набивання сальників, заміну прокладок фланцевих з'єднань, вживати заходи щодо усунення корозії обладнання та трубопроводів, пробовідбірні точки обладнати витяжними шафами. Для попередження накопичення пилу повинне робитися своєчасне прибирання приміщення та обладнання (не рідше одного разу за зміну) вологим або пневматичним способом.

Згідно до норм в виробничих приміщеннях з об'ємом на одного працюючого менше за  $20 \text{ м}^3$  подача зовнішнього повітря на кожного працюючого повинна складати не менше за  $30 \text{ м}^3/\text{годину}$ , а з об'ємом на одного працюючого більше  $20 \text{ м}^3$  подача зовнішнього повітря повинна складати не менше за  $20 \text{ м}^3/\text{годину}$ . У цеху передбачається функціонування аварійної вентиляції, яка спрацьовує при перевищенні  $20 \text{ мг}/\text{м}^3$  оксиду вуглецю.

Опалювання хімічних лабораторій, центральних пультів керування, операторних та адміністративних приміщень здійснюється від пунктів теплопостачання. В якості опалювальних пристроїв використовують радіатори. Для лабораторії цеху потрібно установити радіатор марки марки М – 140 АО, 6 радіаторів по 10 секцій та 1 радіатор - 13 секцій.

Заходи боротьби з пилом

Основним напрямком боротьби з пилом на виробництві є попередження його утворення і надходження в повітря виробничого приміщення. Для боротьби з пилом використовуються різні технічні

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		69

рішення, такі як: заміна сухих порошних реагентів вологими, пастоподібними, таблетованими; заміна порошоків таблетками або гранулами; герметизація устаткування та інше. Передбачається коженденне вологе прибирання.

#### Освітлення виробничих приміщень

Виробничі приміщення можуть освітлюватись природним та штучним світлом. Існуюче виробниче приміщення за зоровими умовами відноситься до розряду II (роботи з високою точністю). У лабораторії цеху НОПС оптимально використовувати світильники типу Ш<sub>0</sub> «Молочна куля» з лампами накаливання у кількості 18 штук.

#### Заходи боротьби з шумом і вібраціями

Застосовують такі способи боротьби з шумом механічного походження та вібрацією зменшення шуму та вібрації безпосередньо в джерелах їх виникнення, застосовуючи обладнання, що не утворює шуму, замінюючи ударні технологічні процеси безударними, застосовуючи деталі із матеріалів з високим коефіцієнтом внутрішнього тертя (пластмаса, гума, деревина та ін), підшипники ковзання замість кочення, косозубі та шевронні зубчасті передачі замість прямозубих, проводячи своєчасне обслуговування та ремонт елементів, що створюють шум та ін., зменшення шуму та вібрації на шляхах їх розповсюдження заходами звуко- та віброізоляції, а також вібро- та звукопоглинання, зменшення шкідливої дії шуму та вібрації, застосовуючи індивідуальні засоби захисту (віброізолююче взуття й рукавички, навушники, вкладиші й шоломи) та запроваджуючи раціональні режими праці та відпочинку.

#### Заходи захисту від статичної електрики

Для запобігання можливості виникнення небезпечних розрядів з поверхні обладнання, речовин, що перероблюються, а також з тіла людини необхідно передбачати заходи, які можуть забезпечити відведення заряду зниження силової дії, виготовлення об'єктів, які контактують між собою з

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



матеріалів з близьким питомим опором, нанесення на поверхню об'єктів, які проводять струм, лакофарбне покриття, обробка антистатиками, збільшення відносної вологості вище 65%, заземлення устаткування, іонізація повітря поблизу місць утворення зарядів за допомогою нейтралізаторів різного типу, струмопровідне взуття, підлоги, оббивки стільців, заборона одягу із синтетичних матеріалів і шовку, а також кілець і металевих прикрас.

#### Заходи електробезпеки

Щоб уникнути опіків і уражень струмом, необхідно перш за все точно дотримуватися правил улаштування електроустановок і правил техніки безпеки при експлуатації обладнання. До основних заходів електробезпеки можна віднести ізоляція струмопровідних частин, які нормально знаходяться під напругою, елементи для захисного заземлення металевих, нетокопровідних частин, які випадково можуть потрапити під напругу (при порушенні ізоляції, режиму робот і т.п.), автоматичні пристрої, які відключають електроспоживачів від мережі, якщо доступні для людського дотику здебільшого потрапляють під напругу, захисні кожухи для запобігання можливого випадкового дотику до струмоведучих, рухомим або нагрівальним частин електроустановок, блокування проти помилкових операцій і дій персоналу, засоби контролю ізоляції та сигналізації про їх ушкодженнях, а також для відключення установки при зменшенні опору ізоляції нижче припустимого рівня, попереджувальні написи, знаки, фарбування струмопровідних частин у сигнальні кольори та інші засоби сигналізації про небезпеку.

Для усунення переходу напруги на корпус і на не струмоведучі частини електричного і технологічного обладнання за замкнення на них однієї з фаз застосовують захисне заземлення або занулення.

#### Пожежобезпека

Більшість будівель у цеху за вибухо- та пожежонебезпечністю відноситься до категорії Д. Основними причинами пожеж у цеху можуть

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

бути необережне поводження з вогнем, незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їх монтажу та експлуатації, порушення режимів технологічних процесів, несправність опалювальних приладів, невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки, коротке замикання.

З метою попередження пожежі необхідно: проводити інструктажі з пожежної безпеки; дотримуватись правил протипожежної безпеки; перевіряти електрообладання. Робочий персонал повинен знати місця розташування засобів індивідуального захисту і пожежегасіння, стежити за їх наявністю, справністю і не допускати їх використання не за призначенням.

Для попередження та розповсюдження пожеж необхідно проводити наступні заходи проведення газонебезпечних і вогняних робіт передбачене в спеціально відведеному місці, за наявності необхідних засобів для гасіння пожежі, проведення вогнебезпечних робіт в цеху здійснюється після повної зупинки устаткування за наявності письмового дозволу і необхідних засобів для гасіння пожежі, для попередження виникнення пожежі передбачено металеві ящики з кришками, в які збираються обтиральні промаслені матеріали, які видаляють в кінці кожної робочої зміни в спеціально відведеному місці, куріння в цеху строго забороняється, для куріння передбачено майданчики на відкритому повітрі.

У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний негайно повідомити про це пожежно-рятувальну службу за телефоном «101» або за допомогою пожежного сповіщувача; вказати при цьому назву цеху, номер корпусу цеху, повідомити, що саме горить (пристрій, трубопровід, приміщення), а також своє прізвище, повідомити про пожежу безпосередньому керівнику, майстру зміни, начальнику цеху, вжити (по можливості) заходів щодо евакуації людей і матеріальних цінностей, гасіння пожежі з використанням наявних вогнегасників та інших засобів

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

пожежегасіння. У приміщенні є пожежна сигналізація та існує зв'язок для швидкої і точної передачі повідомлень про пожежу і місце його виникнення.

Проходи та запасні виходи повинні бути вільними. Пожежний щит у цеху розміщується в доступному місці та містить первинні засоби пожежегасіння: вогнегасник порошковий ОП-9 (з), лопату, відро, простирадло, ящик з піском.

#### 4.4 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Система цивільної оборони суб'єкта господарської діяльності будується на основі Закону України "Про цивільну оборону України", "Положення про цивільну оборону України" та інших нормативно-правових актів з метою захисту робітників, службовців і населення, яке мешкає у відомчому житловому фонді або попадає у зону ураження від об'єкта, від надзвичайних ситуацій (НС) техногенного, природного та соціально-політичного характеру, яка включає органи управління, сили і засоби, що створюються для організації та забезпечення захисту робітників, службовців та населення, попередження і ліквідації наслідків НС, та організовується за територіально-виробничим принципом.

Основні завдання цивільної оборони на даному хімічному підприємстві попередження про виникнення надзвичайних ситуацій, захист робітників і службовців від токсичних речовин у надзвичайних ситуаціях, організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на підприємстві та у населених пунктах, забезпечення надійної роботи в надзвичайних ситуаціях і охорони хімічно небезпечних об'єктів, соціальний захист громадян і реабілітація території, що постраждала від радіаційної обстановки та хімічного зараження.

Систему цивільної оборони утворюють центральний орган виконавчої влади з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		73

наслідків Чорнобильської катастрофи, органи виконавчої влади всіх рівнів, до компетенції яких віднесено функції, пов'язані з безпекою і захистом населення, попередженням, реагуванням і діями у надзвичайних ситуаціях, органи повсякденного управління процесами захисту населення у складі міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, керівництва підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності та підпорядкування, сили і засоби, призначені для виконання завдань цивільної оборони, фонди фінансових, медичних та матеріально-технічних ресурсів, передбачені на випадок надзвичайних ситуацій, системи зв'язку, оповіщення та інформаційного забезпечення, курси та навчальні заклади підготовки і перепідготовки фахівців та населення з питань цивільної оборони, служби цивільної оборони.

На діючому об'єкті немає техногенної небезпеки, бо цех не містить жодної речовини, яка класифікувалася б як НХР, СДОР і тому найімовірнішими аваріями для нього є аварії на складі сировини, де зберігають і використовують сильнодіючу отруйну речовину (СДОР) – хлор, невеликі несправності обладнання при перебоях електрики.

На хімічно небезпечному об'єкті, який розташований на відстані 3 км від цеху, міститься ємність, яка утримує 80 т хлору. Навколо ємності побудовано обвалування висотою 2 метра. Треба визначити, чи потрапляє цех до зони можливого зараження під час аварії з виливом (викидом) небезпечної хімічної речовини (НХР) на хімічно небезпечному об'єкті та розрахувати час підходу зараженого повітря до цеху.

Метеоумови: для оперативного планування приймаються тільки такі метеоумови: інверсія, швидкість вітру - 1 м/с, температура повітря +20 °С. Напрямок вітру не враховується, а розповсюдження хмари забрудненого повітря приймається у колі 360°.

Глибина розповсюдження для 80 т хлору при визначених метеоумовах дорівнює 65,6 км. З урахуванням того, що ємність обвалована, приймаємо

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

для висоти обвалування 2 м коефіцієнт зменшення глибини, рівний 2,4, тоді глибина розповсюдження забрудненого повітря становить:

$$Г = 65,6/2,4 = 27,33 \text{ км.}$$

Цех знаходиться на відстані 3 км від ХНО, тому він потрапляє до зони забруднення.

Розрахуємо час підходу зараженого повітря до цеху за формулою:

$$t = X/V \text{ год.},$$

де  $X = 3$  км — відстань від джерела забруднення до заданого об'єкту;

$V = 5$  км/год — швидкість переносу переднього фронту забрудненого повітря залежно від швидкості вітру та СВСП.

$$t = 3 / 5 = 0,6 \text{ год.} = 36 \text{ хв.}$$

Глибина розповсюдження забрудненого повітря становить 27,33 км, отже, об'єкт потрапляє до зони забруднення, так як цех знаходиться на відстані 3 км. Час підходу зараженого повітря до цеху становить 36 хвилини. При умові відсутності засобів захисту, працівники цеху будуть уражені ХНР.

Унаслідок руйнування газових ємностей, комунікацій і агрегатів можливі вибухи парогазових сумішей. Пошкодження опалювальних печей, електропроводки, ємностей і трубопроводів може привести до пожежі. Джерела запалювання можуть бути постійними (електроапаратура відкритого виконання і т.п.) або випадковими (тимчасові вогняні роботи, транспортні засоби і т.д.), які можуть привести до вибуху газової хмари при її розповсюдженні.

На підприємствах із вибухо- і пожежонебезпечною технологією можливі наступні види аварій розрив апаратів, ємностей, трубопроводів унаслідок підвищення тиску усередині них з різних причин, вибухи парових і газових хмар на відкритому просторі і в устаткуванні, згоряння перемішаних і незмішаних з повітрям газових і парових хмар у відкритому просторі ("вогненна куля"), пожежі розливу.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахунок наслідків вибухів та пожеж при аваріях на промислових об'єктах виконується при наявності у виробництві вибухо- та (або) пожежонебезпечних речовин. У цеху таких речовин, які відносять до списку вибухо- та (або) пожежонебезпечних речовин немає, тому розрахунок для цеху не проводимо.

Під стійкістю роботи промислового об'єкта розуміють його здатність в умовах надзвичайних ситуацій випускати продукцію в запланованому об'ємі і номенклатурі, а при отриманні слабких і середніх руйнувань, при пожежах, повенях, зараженні місцевості, а також, при порушенні зв'язків по кооперації і постачанню відновлювати виробництво в мінімально короткі терміни.

Стійкість роботи об'єктів, що не виробляють матеріальні цінності, визначається їх здатністю виконувати свої функції в умовах надзвичайних ситуацій.

На стійкість роботи об'єктів промисловості в умовах надзвичайних ситуацій впливають наступні чинники надійність захисту робітників і службовців від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій - аварій, катастроф, стихійного лиха і різних засобів ураження, здатність інженерно – технічного комплексу (будівель, споруд, технологічного обладнання, комунально-енергетичних і технологічних систем і мереж) протистояти руйнуючому впливу аварій, катастроф, стихійного лиха і сучасної зброї, надійність забезпечення об'єкта усім необхідним для випуску продукції: сировиною і паливом, електроенергією, водою, комплектуючими матеріалами і інструментом, стійкість, надійність, гнучкість і оперативність управління виробництвом і цивільною обороною, готовність об'єкта до проведення рятувальних та інших невідкладних робіт і робіт по відновленню порушеного виробництва.

Дані чинники визначають і основні шляхи підвищення стійкості роботи промислових об'єктів в умовах надзвичайних ситуацій, це забезпечення надійного захисту робітників і службовців від вражаючих

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

чинників в надзвичайних ситуаціях, захист основних виробничих фондів від руйнуючого впливу аварій, катастроф, стихійного лиха і засобів ураження, забезпечення стійкого постачання всього необхідного для випуску запланованої продукції, підготовка до відновлення порушеного виробництва, підвищення надійності і оперативності управління виробництвом і цивільною обороною.

Захист робітників і службовців досягається проведенням цілого комплексу захисних заходів, застосуванням різних способів захисту з урахуванням конкретної обстановки. Захист засобів виробництва полягає в підвищенні опірності, міцності будівель, споруд і конструкцій об'єкта до впливу можливих вражаючих чинників і захисту виробничого обладнання, засобів зв'язку та інших засобів, які складають матеріальну основу виробничого процесу.

Забезпечення стійкого постачання досягається проведенням заходів щодо захисту комунально-енергетичних мереж, транспортних комунікацій і джерел постачання, а також створенням необхідних запасів палива, сировини, напівфабрикатів і комплектуючих виробів. Підготовка до відновлення порушеного виробництва здійснюється завчасно. Вона передбачає планування відновних робіт по різних варіантах, підготовку ремонтних бригад, створення необхідного запасу матеріалів, обладнання і направлена на поновлення випуску необхідної продукції в мінімальні терміни.

Підвищення надійності і оперативності управління виробництвом досягається створенням на об'єкті стійкої системи зв'язку, високою професійною підготовкою керівного складу до виконання функціональних обов'язків по керівництву виробництвом і заходами ЦО в повсякденній діяльності і в умовах надзвичайних ситуацій, а також своєчасним прийняттям правильних рішень і постановкою задач підлеглим відповідно до обстановки.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таким чином, підвищення стійкості роботи об'єктів промисловості в умовах надзвичайних ситуацій досягається завчасним проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних і організаційних заходів, направлених на максимальне зниження впливу вражаючих чинників і створення умов для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Як засоби індивідуального захисту на даному виробництві застосовують протигаз ППФ-5Б з фільтром ФК-5Б. Вони призначені для захисту органів дихання, очей і обличчя від паро- і газоподібних шкідливих домішок та аерозолів, присутніх в повітрі.

Звичайні засоби захисту шкіри - це предмети одягу та взуття, що можуть бути у кожної людини. Найпростішим засобом захисту шкіри є робочий одяг (спецівка) - куртка і штани, комбінезони, халати з капюшонами, зшиті з брезенту, вогнезахисної чи прогумованої тканини або грубого сукна. Вони не тільки захищають шкіру від радіоактивних речовин і бактеріологічних засобів, а й не пропускають протягом деякого часу краплиннорідкі отруйні речовини. Одяг з брезенту захищає від отруйних речовин: взимку - до 1 год.; влітку - до 30 хв. Із предметів побутового одягу найпридатнішими для захисту шкіри є плащі і накидки з тканини прогумованої або вкритої хлорвініловою плівкою, зимові речі - пальта з грубого сукна або драпу, ватянки тощо. Від краплиннорідких отруйних речовин пальто із сукна або драпу разом з іншим одягом захищає: взимку - до 1 год.; влітку - до 20 хв.; ватянка - до 2 год. Для захисту ніг потрібні гумові чоботи, боти, калози - вони не пропускають краплиннорідкі отруйні речовини до 3-6 год. На руки треба надягти гумові або шкіряні рукавиці.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



## 5. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ УФ-ВИПРОМІНЮВАЧА ТА ХЛОРУВАННЯМ МАЛИМИ ДОЗАМИ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ

Розрахуємо вартість існуючої технології знезараження води за допомогою хлору, з урахуванням роботи за один календарний рік:

$$B1 = C1y + C1x + C1ам + C1елк + Eп \cdot K1, (5.1)$$

де  $C1y$  – вартість установки, грн;

$C1x$  – витрати на хлор та реагенти в 2018 році, грн;

$C1ам$  – амортизаційні відрахування, грн;

$C1елк$  – затрати на електроенергію, грн ;

$K1$  – одноразові витрати, грн;

$Eп$  – коефіцієнт економічної ефективності ( $Eп = 0,12$ ).

Вартість електролізної установки «Сиваш» – 163800 гривень.

Витрати на хлор в 2018 році (за даними сайту Держзакупівлі) склали – 303300 грн.

Амортизаційні відрахування рахуємо за прямолінійним методом :

Первісна вартість–Ліквідаційна вартість

-----  
Термін корисного використання,

Ліквідаційна вартість це 10% від первісної, звідси амортизація буде дорівнювати:

$$C1м=163800 -16380 \cdot 10=14742 \text{ (грн)}$$

Затрати на електроенергію:

$$C1елк = C1 \cdot C2 \cdot C3 \cdot C4,$$

де  $C1$  – кількість виробленого хлору за добу, кг;

$C2$  – витрати електроенергії на 1 кілограм активного хлору, кВт;

$C3$  – кількість днів роботи установки за рік;

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

C4 – тариф на електроенергію, грн.

$$C_{1\text{елк}} = 25 \cdot 4 \cdot 365 \cdot 1,68 = 61320 \text{ (грн)}.$$

Одноразові витрати – це монтаж установки 10% від вартості:

$$K_1 = 163800 \cdot 0,1 = 16380 \text{ (грн)}.$$

Економічна оцінка витрат на хлорування за формулою (5.1) становить:

$$B_1 = 163800 + 303300 + 14742 + 61320 + 16380 \cdot 0,12 = 545127,6 \text{ (грн)}.$$

Таким чином розраховано орієнтовні витрати на знезараження води на даному етапі роботи

Враховуючи, що загальний водозабір в 2018 році склав 2841900 м<sup>3</sup>, а середні втрати по мережі становлять 10% розрахуємо питому вартість знезараження 1 м<sup>3</sup> води:

$$B_{\text{пт}} = 545127,6 / 2841900 \cdot 0,9 = 0,21 \text{ (грн/м}^3\text{)}$$

Розрахуємо вартість альтернативної системи знезараження води УФ-випромінюванням з урахуванням роботи один календарний рік:

$$B_2 = C_1 + C_{1\text{ам}} + C_{1\text{елк}} + C_{1\text{м}} + E_p \cdot K_1, \text{ (5.2)}$$

де  $C_1$  – вартість установки, грн [розділ 3];

$C_{1\text{ам}}$  – амортизаційні відрахування, грн;

$C_{1\text{елк}}$  – затрати на електроенергію, грн;

$C_{1\text{м}}$  – монтажні роботи, грн;

$K_1$  – одноразові витрати, грн;

$E_p$  – коефіцієнт економічної ефективності (0,12).

Вартість установки за даними виробника – 276000 грн.

Амортизація відповідно до прямолінійного методу:

$$C_{1\text{м}} = 276000 - 27600 / 15 = 16560 \text{ (грн/рік)}$$

Затрати на електроенергію відповідно до технічних характеристик:

$$C_{1\text{елк}} = 7,9 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 1,67 = 115570 \text{ (грн)}$$

Монтажні роботи та транспортування оцінюємо в 10% від вартості установки:

$$C_{1\text{м}} = 276000 \cdot 0,1 = 27600 \text{ грн}$$

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Одноразові витрати (K1) – закупівля 36-и ламп; ціна разом з доставкою в середньому 800 грн/шт:

$$K1 = 36 \cdot 800 = 28800 \text{ грн.}$$

Витрати на УФ-знезараження за формулою (4.2) [25]:

$$B2 = 276000 + 16560 + 115570 + 27600 + 28800 \cdot 0,12 = 439186 \text{ (грн)}$$

Розрахуємо питому вартість знезараження 1 м<sup>3</sup> води альтернативним методом:

$$B_{пт} = 439186 / 2841900 \cdot 0,9 = 0,16 \text{ (грн/м}^3\text{)}$$

Економічний ефект від впровадження варіанту знезараження води ультрафіолетовим випромінюванням в порівнянні з хлоруванням складає :

$$E_f = 545127,6 - 439186 = 105941,6 \text{ (грн).}$$

### 5.1. Розрахунок ризиків

До еколого-економічного ефекту також входить розрахунок ризиків. Для розрахування використаємо наступну формулу:

$$E = B \cdot H = (B \cdot N \cdot H1) + (B \cdot F \cdot Hf) \text{ (5.3)}$$

де E – економічний ефект ризику;

B – зменшення вірогідності настання негативних наслідків;

H – збитки від негативних наслідків;

(B · N · H1), (B · F · Hf) – економічний ефект зменшення ризиків для здоров'я людей та навколишнього середовища, відповідно;

N – кількість людей, які піддаються ризику;

H1 – збитки від негативних наслідків на 1 людину, наприклад, вартість лікування захворювання;

F – площа території, на якій буде спостерігатись негативний вплив;

Hf – втрати, пов'язані з ліквідацією негативних наслідків на одиницю площі.

Для того щоб використати формулу (5.3), потрібно визначити імовірність виникнення ризиків та оцінити негативний вплив.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Вживання води з низьким ступенем дезінфекції може призвести до захворювання шлунку. Імовірність при одному споживанні можна оцінити як  $1 \cdot 10^{-5}$ , в той час як при споживанні відповідним чином дезінфікованої води імовірність становить –  $1 \cdot 10^{-6}$ . Рахуємо, що людина за добу споживає не менше 1,5 л. води з мережі, а кількість абонентів КП складає 25570 осіб, маємо скорочення імовірності захворюваності людей:

$$B1 = (1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-6}) \cdot 1,5 \cdot 30 \cdot 25570 = 10,35 \text{ (випадків/місяць)}$$

Витрати на подолання негативних наслідків захворювання населення отримують шляхом суми вартості лікування (біля 8600 грн.) та тимчасової втрати працездатності, яку розраховують за 7 робочих днів по хворобі, що складає – 1500 грн.  $H1 = 10100$  грн.

За даними обліку підприємства кількість аварій на ділянках трубопроводу складає – 0,206 аварій/км на місяць. Внаслідок покращення якості води знизиться кількість аварій до середнього по Україні – 0,14 аварій/км на місяць.

Враховуючи, що протяжність трубопроводів становить 185 км, отримаємо зменшення імовірності шкідливого впливу:

$$B1 = (0,206 - 0,14) \cdot 185 = 12,21 \text{ аварій/міс.}$$

Витрати, які виникають при аварійних ситуаціях, це в основному заміна трубопроводу ( 21000 грн.), та витрати на відновлення роботи водопровідної мережі ( дезінфекція та промивка – 5500 грн).

Розрахуємо загальний ефект від зменшення ризиків за формулою (5.3) :

$$E = 10,35 \cdot 10100 + 12,21 \cdot 26500 = 428100 \text{ (грн)}$$

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 5.2 Екологічний ефект

Екологічний ефект розраховуємо за рахунок зменшення екологічного податку за скиди. Оскільки замінюємо метод хлорування, тоді очікуємо зменшення скиду хлоридів. Згідно зі ст.249.5 Податкового кодексу України сума податку визначається за формулою:

$$P_c = \sum(M_{лі} \times N_{пі} \times K_{ос}),$$

де  $M_{лі}$  – маса фактичного скиду забруднюючої речовини, т;

$N_{пі}$  – ставка податку за тону і-ї забруднюючої речовини, грн;

$K_{ос}$  – коефіцієнт, який дорівнює 1,5 і застосовується у разі скидання забруднюючих речовин у ставки і озера (в іншому випадку коефіцієнт дорівнює 1). Податок за 2018 рік наведено в табл. 6.1.

Таблиця 5.1 – Податок за хлориди за 2018 рік КП «ВодГео»

Показник	Фактичний скид т/рік	Ставка податку визначається на підставі ст. 245. 1	Ставка податку $N_{пі}$ грн/т	$M_{лі} \cdot N_{пі} \cdot K_{ос}$ т/рік
Хлориди	665	+	46,19	30716,35

Після теоретичного впровадження альтернативного методу знезараження води очікуємо зменшення сплати за скиди хлоридів на 75%:

$$P_x = 30716,35 \cdot 0,25 = 7679,08 \text{ грн.}$$

Отже, розраховуємо сумарний економічний ефект:

$$E_c = 105941,6 + 428100 + 7679 = 542720,6 \text{ (грн).}$$

Розраховуємо теоретичну окупність за рахунок економічного ефекту ( $E_f$ ):

$$T_{ок} = B^2 / E_f, \text{ (5.4)}$$

звідси відповідно до формули (6.4) отримуємо:

$$T_{ок} = 439186 / 105941,6 = 4,1 \text{ (роки)}$$

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Враховуючи, що після теоретичного впровадження нового методу знезараження витрати на хлорування та реагенти значно зменшаться термін окупності пропорційно скоротиться.

### 5.3. Розрахунок розміру відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок забруднення підземних вод забруднюючими речовинами

Розрахунок розміру відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок забруднення підземних вод забруднюючими речовинами, грн, здійснюється за формулою

$$Z_{\Pi} = K_{кат} \cdot K_{Pn} \cdot L \cdot M_{\Pi_i} \cdot \gamma_i$$

де  $K_{кат}$  - коефіцієнт, що враховує категорію водного об'єкта, який визначається згідно з таблицею 6.2;

Таблиця 5.2 – Значення коефіцієнта  $K_{кат}$ , що враховує категорію водного об'єкта

Категорія водного об'єкта	
Поверхневі водні об'єкти:	
- культурно-побутового використання	1,0
- господарсько-питного водокористування	1,4
Поверхневі водні об'єкти рибогосподарського використання:	1,6
- II категорії	2,0
- I категорії	2,5
- вищої категорії	
Підземні води:	
- питні та мінеральні	5,0
- інші (промислові, технічні)	3,0

$K_{PT}$  - регіональний коефіцієнт дефіцитності підземних вод, який визначається згідно додатку 10 вищевказаної методики; для Луганської області рівний 1,37

$L$  - коефіцієнт, який враховує природну захищеність підземних вод:

для ґрунтових - 1,0;

для міжпластових безнапірних - 1,3;

для міжпластових напірних (артезіанських) - 1,6.

$M_{Pi}$  - маса  $i$ -ї забруднюючої речовини, що потрапила в підземні води, т, розраховується з використанням даних еколого-гідрологічних вишукувань за формулою

$$M_{Pi} = V \cdot (C_i - C_{\phi i}) \cdot 10^{-6}$$

де  $V$  - об'єм води в забрудненій частині водоносного горизонту, куб.м, який визначається за формулою

$$V = F \cdot m \cdot n_a$$

Де  $F$  - площа забруднення, кв.м;

$m$  - середня потужність забрудненої частини водоносного горизонту, м;

$n_a$  - активна пористість водонасичених порід, яка визначається згідно з таблицею 5.2 ;

$C_i$  - середня концентрація  $i$ -ї забруднюючої речовини у воді підземного водного об'єкта, г/куб.м;

$C_{\phi i}$  - фонові концентрації  $i$ -ї забруднюючої речовини у воді підземного водного об'єкта, г/куб.м.

У разі відсутності даних про фонові концентрації для підземних водних об'єктів замість  $C_{\phi i}$  використовуються відповідні ГДК для вод господарсько-питного водопостачання;

$\gamma_i$  - питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів, віднесений до 1 тонни умовної забруднюючої речовини, грн/т, який визначається за формулою

$$\gamma_i = \gamma \cdot A_i$$

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де  $\gamma$  - проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів у поточному році, грн/т, який визначається за формулою

$$\gamma = \gamma_{\Pi} \cdot \frac{I}{100}$$

де  $\gamma_{\Pi}$  - проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів у попередньому році, грн/т;

$I$  - індекс інфляції (індекс споживчих цін), середньорічний темп зростання за попередній рік, %;

$A_i$  - безрозмірний показник відносної небезпечності  $i$ -ї забруднюючої речовини, який визначається із співвідношення за формулою

$$A_i = \frac{1}{ГДК_i}$$

де  $ГДК_i$  - безрозмірна величина, чисельно рівна  $ГДК_i$  забруднюючої речовини у воді водного об'єкта відповідної категорії.

Таблиця 5.3 - Орієнтовні значення активної пористості водонасичених порід

Назва породи	Активна пористість
Гравелисто-галечні відкладення	0,28-0,30
Крупнозернисті піски	0,24-0,26
Різнозернисті піски	0,20-0,24
Дрібнозернисті піски	0,18-0,22
Тонкозернисті піски	0,15-0,19
Пилуваті та глинисті піски	0,05-0,15
Супіски	0,08-0,10
Суглинки	0,05-0,08
Тріщинуваті породи (крейда, вапняк, пісковик)	0,04-0,07



Для речовин з ГДК рівною одиниці і більше в чисельнику вводиться поправний коефіцієнт 10 ( $A_i = 10/\text{ГДК}_i$ ).

Для речовин, за якими відсутня величина граничнодопустимої концентрації, показник відносної небезпечності  $A_i$  приймається рівним 500, а при ГДК "відсутність" - 10000.

Базовий проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів, віднесений до 1 тонни умовної забруднюючої речовини в 2008 році дорівнює 500 грн/т:

З 2009 року щорічно здійснюється індексація питомого економічного збитку від забруднення водних ресурсів, віднесеного до 1 тонни умовної забруднюючої речовини, грн/т.

У разі скидання забруднюючих речовин у складі продукції, сировини, відходів чи сміття або забруднюючих речовин із зворотними водами безпосередньо в підземний водний об'єкт маса скинутих забруднюючих речовин визначається на основі документів (якщо скид зафіксований) чи за результатами розслідування.

#### Розрахунок

1) З таблиці  $K_{\text{кат}} = 5$ ;  $K_{\text{ПГ}}$  для Луганської області рівний 1,37;  $L$  для міжпластових напірних (артезіанських) рівний 1,6.

2) Обчислюємо масу  $i$ -ї забруднюючої речовини, що потрапила в підземні води  $M_{\text{ПГ}}$  за формулою (2). В якості  $C_i$  беремо середні значення концентрацій забруднювачів з таблиці (). Замість значень  $C_{\text{ф}}$  приймаємо значення ГДК. Середні значення концентрацій  $C_i$  для нітритів, нітратів, сульфатів, магнію та кремнієвої кислоти менші за ГДК, тому їх з розрахунку збитку виключаємо.

Для розрахунку  $M_{\text{ПГ}}$  обчислюємо значення об'єму води в забрудненій частині водоносного горизонту  $V$  за формулою ( ).

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Площа забруднення підземних вод амонієм  $F$  рівна  $14,41 \text{ км}^2$ , або  $14,41 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ ; площа забруднення підземних вод солями рівна  $20,374 \text{ км}^2$ , або  $20,374 \cdot 10^6 \text{ м}^2$ .

Середня потужність забрудненої частини водоносного горизонту  $m$  становить  $30 \text{ м}$ .

Активна пористість водонасичених порід  $n_a$  для тріщинуватих порід (крейда, вапняк, пісковик) приймаємо рівною  $0,06$ .

$$V_{\text{аммоній}} = F \cdot m \cdot n_a = 14,41 \cdot 10^6 \cdot 30 \cdot 0,06 = 25,938 \cdot 10^6 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{сол}} = F \cdot m \cdot n_a = 20,374 \cdot 10^6 \cdot 30 \cdot 0,06 = 36,6732 \cdot 10^6 \text{ м}^3$$

3) Обчислюємо питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів, віднесений до 1 тонни умовної забруднюючої речовини  $\gamma_i$  за формулою (). Проіндексований питомий економічний збиток від забруднення водних ресурсів у 2009 році  $\gamma_{\text{п}}$  рівний  $626 \text{ грн/т}$ ; Індекс інфляції  $I$  в 2009 році становив  $110,1\%$ .

$$\gamma_{2010} = \gamma_{2009} \cdot \frac{I}{100} = 626 \cdot \frac{110,1}{100} = 689,226$$

4) Для спрощення розрахунку  $M_{\text{п}}$ ,  $\gamma_i$  та  $Z_{\text{п}}$  була складена комп'ютерна програма з використанням Microsoft Excel. Результати розрахунку представлені в таблиці

Таблиця 5.4 - Результати еколого-економічних розрахунків

Забруднювач	$C_{\text{ср}}$ , г/м <sup>3</sup>	ПДК, г/м <sup>3</sup>	$A_i$	$M_{\text{п}}$ , т	$\gamma_i$ , грн./т	$Z_{\text{п}}$ , грн
Аммоній	59,26667	0,5	2	1524,29	1378,452	23028717,14
$\text{Ca}^{2+}$	1907,828	75	0,133333	67215,66	91,8968	1015483023
$\text{Na}^+$	2857,01	50	0,2	102942	137,8452	1555231231
Fe заг	41,64556	0,3	3,333333	1516,274	2297,42	22907613,17
Cl <sup>-</sup>	8106,773	350	0,028571	284465,7	19,69217	4297660549
<b><math>Z_{\text{п}}</math>, грн</b>	<b>6914311133</b>					

## Висновки

В роботі виконано техніко-економічний аналіз варіантів знезараження питної води при організації централізованого водопостачання. Розглянуто різні сучасні методи дезінфекції питної води, які використовуються як на території України, так і в західних країнах. Застарілий спосіб хлорування в нашій країні є хоч і економічно дешевим, але далеко не найбезпечнішим з точки зору його транспортування і зберігання, а так само якостей, які набуває вода, після обробки цим дезінфектантом. Тому більш розвинені країни перейшли на альтернативні способи поліпшення якості води, використовуючи найчастіше кілька методів відразу, що допомагає домогтися кращих результе.

Варіант із знезараженням за комбінованою технологією з використанням електролітично отриманого гіпохлориту натрію і УФ-випромінювання, більш дорожчий, але він безпечніше з точки зору промислової безпеки і дозволяє за рахунок використання УФ випромінювання видаляти з води небезпечні віруси. Перевагою методу є низькі капітальні та експлуатаційні витрати і доступність основного реагенту - хлориду натрію.

При знезараженні природних і стічних вод об'єктивно найбільш дорогим є метод озонування. Це стосується однаковою мірою як до вартості будівництва та обладнання, так і в експлуатаційних витратах. Сумарні капітальні вкладення на будівництво озонаторних комплексів із застосуванням сорбційних методів складають 40-60% вартості традиційних очисних споруд.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Інші методи знезараження - хлорування і ультрафіолетове випромінювання, значно перевершуючи метод озонування по техніко-економічним і експлуатаційними показниками.

Для знезараження води методом УФ-випромінювання характерні нижчі, ніж при хлоруванні і, тим більше, озонуванні, експлуатаційні витрати. Це пов'язано:

- з невеликими витратами електроенергії (в 3-5 разів менше, ніж при озонуванні);

- з відсутністю потреби в дорогих (в даний час) реагентах: рідкому хлорі, гіпохлориті натрію або кальцію;

- з простотою експлуатації і відсутністю необхідності в спеціальному обслуговуючому персоналі і, як наслідок, у витратах на його утримання;

- з відсутністю вимог щодо організації спеціальних заходів безпеки.

Поєднання УФ-знезараження з наступним хлоруванням малими дозами забезпечує як високий ступінь очищення, так і відсутність вторинного біоураження води. Так, обробка води УФ-опроміненням в поєднанні з хлоруванням дозволяє досягти не тільки високого ступеня знезараження, зниження порогової концентрації хлору у воді, але і істотно заощадити кошти на витраті хлору і поліпшити санітарний стан водного об'єкта та системи питного водопостачання.

Має сенс передбачати попереднє використання ультрафіолету, тому що це випромінювання знижує ризик виникнення небезпечних побічних продуктів дезінфекції. Крім того, застосування ультрафіолетового випромінювання ефективно для інактивації мікроорганізмів. Надалі доцільно розгляд спільного застосування з ультрафіолетом інших засобів дезінфекції води (наприклад, комбінування ультрафіолету і ультразвуку, або знезараження оксидантами).

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Анотація

Дана дипломна робота виконана по темі: «Підвищення ефективності знезараження питної води в Україні».

У проекті висвітлені питання сучасних методів дезінфекції питної води, які використовуються як на території України, так і в західних країнах. Розроблена технологічна схема з вказівкою основних параметрів контролю і регулювання процесом. Проведені розрахунки еколого-економічної ефективності запропонованих природоохоронних заходів.

Знезараження питної води є складним, вибухонебезпечним і пожежебезпечним технологічним процесом, оскільки в ході знезараження застосовуються шкідливі і небезпечні речовини. Тому розділи «Оцінка впливу промислового підприємства (природоохоронного об'єкту) на навколишнє середовище», «Охорона праці, протипожежна безпека та безпека в надзвичайних ситуаціях» та «Еколого-економічні розрахунки» є актуальними в даний час.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

### **Annotation**

This thesis is performed on the topic: "Improving the efficiency of disinfection of drinking water in Ukraine."

The project covers issues of modern methods of disinfection of drinking water, which are used both in Ukraine and in Western countries. The technological scheme with the indication of the basic parameters of control and regulation of process is developed. Calculations of ecological and economic efficiency of the offered nature protection measures are carried out.

Disinfection of drinking water is a complex, explosive and flammable technological process, as harmful and dangerous substances are used during disinfection. Therefore, the sections "Assessment of the impact of an industrial enterprise (environmental facility) on the environment", "Occupational safety, fire safety and safety in emergencies" and "Environmental and economic calculations" are relevant today.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Аннотация

Данная дипломная работа выполнена по теме: «Повышение эффективности обеззараживания питьевой воды в Украине».

В проекте освещены вопросы современных методов дезинфекции питьевой воды, которые используются как на территории Украины, так и в западных странах. Разработанная технологическая схема с указанием основных параметров контроля и регулирования процессом. Проведенные расчеты эколого-экономической эффективности предложенных природоохранных мероприятий.

Обеззараживания питьевой воды является сложным, взрывоопасным и пожароопасным технологическим процессом, поскольку в ходе обеззараживания применяются вредные и опасные вещества. Поэтому разделы «Оценка воздействия промышленного предприятия (природоохранного объекта) на окружающую среду», «Охрана труда, противопожарная безопасность и безопасность в чрезвычайных ситуациях» и «Эколого-экономические расчеты» актуальны в настоящее время.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Список використаної літератури

1. Алферова Л.А., Нечаєв А.П. Замкнені системи водного господарства промислових підприємств, комплексів та районів./ Л.А .Алферова, А.П. Нечаєв - М., 1984.
2. Аюкаєв Р.И., Мельцер В.З. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды. / Р.И. Аюкаєв, В.З. Мельцер - Л., 1985.
3. Бахир В.М. Дезінфекція питної води: проблеми та рішення / Вода і екологія. 2003, №1.
4. Гончарук В.В., Потапенко Н.Г., Вакуленко В.Ф. Озонування як метод підготовки питної води: Можливі побічні продукти і токсілогіческая оцінка.Хімія і технологія води. / В.В. Гончарук, Н.Г.Потапенко, В.Ф. Вакуленко - 1995, т.17, вип.1, с.3-34.
5. Давиденко В. А. Основи екології: Навчальний посібник. / В.А. Давиденко. - Алчевськ: ДГМИ, 2002. - 207с.
6. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього середовища: Учеб. посібник. / В.С. Джигирей. - М.: Знання, 2006. - 319с.
7. Долина Л.Ф. Нові методи та обладнання для знезараження стічних та природних вод. / Л.Ф. Долина. - Дніпропетровськ: Континент, 2003. – 218 с.
8. Зарубин Г.П., Новиков Ю.В. Современные методы очистки и обеззараживания питьевой воды./ Г.П. Зарубин, Ю.В Новиков - Москва, 1976 г.
9. Кожиков В.Ф., Кожиков И.В. Озонирование воды./ В.Ф. Кожиков, И.В Кожиков - Москва, 1974 г
10. Левківський С.С., Падун М.М. Рациональне використання і охорона водних ресурсів: Підручник. / С.С. Лемківський, М.М. Падун. - М.: Просвещение, 2006. - 280с.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



11. Мазаев В.Т., Корлёв А.А., Шлепнина Т.Г. Коммунальная гигиена / В.Т. Мазав, А.А. Корлёв, Т.Г. Шлепнина- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. - 304 с.

12. Новиков Ю.В., Циплакова Г.В. та ін. Санітарно-епідеміологічний нагляд за застосуванням УФ-випромінювання в підготовці питної води / Водопостачання та санітарна техніка. 1998, №12.

13. Сметанін В.І. Відновлення та очищення водних об'єктів: Підручник. / В.І. Сметанін. - М.: Колос, 2003. - 160с.

14. Феофанов Ю.А. Проблеми і завдання у сфері забезпечення населення питною водою // Вода і екологія. 1999, №1.

15. Шматько В.Г., Нікітін Ю.В.. Екологія та організація природоохоронної діяльності: Учеб. посібник. / В.Г. Шматько, Ю.В. Нікітін. - М.: КНТ, 2006. - 304с.

16. Ягудііл Б.Ю. Хлор як дезінфектант - безпека при застосуванні і проблеми заміни на альтернативні продукти /5-й Міжнародний конгрес ЕКВАТЕК-2002 Вода: екологія і технологія. 4-7 червня 2002

17. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водовідведення та очистка стічних вод: Підручник. / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. - М.: АСВ, 2004. - 704с.

18. Воронков Н.А. Экология общая, социальная, прикладная. – М.: Агар, 1999. – 424 с.

19. Королев В.А. Мониторинг геологической среды: Учебник/ Под редакцией В.Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 272с.

20. Звіт про стан підземних вод на проммайданчику ПрАТ «Северодонецьке об'єднання Азот» - 2011р

21. Николадзе Г.И. Коммунальное водоснабжение и канализация. – М.: Стройиздат, 1983. – 423 с.

22. Поруцкий Г.В. Биохимическая очистка сточных вод органических производств. – М.: Химия, 1975. – 256 с.

23. Охрана окружающей среды. Справочник/ Под ред. Л.П.Шарикова. — Л.: Судостроение, 1978. – 560с.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

24. Королев В.А. Мониторинг геологической среды: Учебник.—М.: Издательство МГУ, 1995.—272 с.
25. [http://uk.wikipedia.org/wiki/Підземні\\_води](http://uk.wikipedia.org/wiki/Підземні_води)
26. Мала гірнича енциклопедія. В 3-х т. / За ред. В. С. Білецького. — Донецьк: Донбас, 2004. — ISBN 966-7804-14-3.
27. Мироненка У. А., Румынин У. Р. Проблемы гидрогеоэкологии, том3, книга1. МГГУ, 1999, 311 с.
28. Положення про порядок державного моніторингу стану надр РФ. МПР Росії, 2001, 6 с.
29. Патент. G01V9/00. Спосіб ведення моніторингу геологічного середовища на калійних рудах / [Бруев Н.И.; Кузнецов Н.В.; Джиноридзе Н.М.; Квиткин С.Ю.; Платыгин В.И.; Белкин В.В. (РФ)]. №. 99106639/28; заявл. 29.03.1999; опубл. 10.11.2000.
30. Патент. МПК G01V 9/02, G01V 3/08. Спосіб пошуку підземних вод / [Каримов К. М.; Каримова Л.К.; Соколов В. Н.; Кокутин С. Н.; Онегов В. Л. (РФ)]. №.2011121832/28; заявл. 30.05.2011; опубл. 27.12. 2011.
31. Методичні вказівки по оформленню пояснювальної записки курсового та дипломного проектів, випускної кваліфікаційної роботи для студентів денної і заочної форм навчання спеціальностей "Хімічна технологія неорганічних речовин" 8.091602, "Екологія та охорона навколишнього середовища" 6.070801, 7.070801 /Укладачі: к.т.н., доц., О.В.Суворін, ас.Т.Б. Колесникова. – Северодонецьк: вид-во Технологічного інституту, 2008 р., 40 стор.
32. Методичні вказівки до оформлення графічної частини курсового дипломного проекту, випускної кваліфікаційної роботи (для студентів спеціальності "Хімічна технологія неорганічних речовин" денної та заочної форм навчання) / Укладачі: Т.Б.Колесникова, О.В. Суворін - Северодонецьк: ТІ СНУ ім. Володимира Даля, 2009 –57 стор.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

33. ГОСТ 17.1.4.01-80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах.

34. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности.

35. ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа.

36. ГОСТ 4151-72. Вода питьевая. Метод определения общей жесткости.

37. ГОСТ 4152-89. Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации мышьяка.

38. ГОСТ 4192-82. Вода питьевая. Методы определения минеральных азотсодержащих веществ.

39. ГОСТ 4245-72. Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов.

40. ГОСТ 4386-89. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов.

41. ГОСТ 4388-72. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации меди.

42. ГОСТ 4389-72. Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов.

43. ГОСТ 4974-72. Вода питьевая. Методы определения содержания марганца.

44. ГОСТ 18164-72. Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка.

45. ГОСТ 18165-89. Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации алюминия.

46. ГОСТ 18190-72. Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного активного хлора.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

47. ГОСТ 18293-72. Вода питьевая. Методы определения содержания свинца, цинка, серебра.

48. ГОСТ 18294-89. Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации бериллия.

49. ГОСТ 18301-72. Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного озона.

50. ГОСТ 18308-72. Вода питьевая. Метод определения содержания молибдена.

51. ГОСТ 18309-72. Вода питьевая. Метод определения содержания полифосфатов.

52. ГОСТ 18826-73. Вода питьевая. Методы определения содержания нитратов.

53. ГОСТ 19413-89. Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации селена.

54. ГОСТ 19355-85. Вода питьевая. Методы определения полиакриламида.

а. ГОСТ 23268.2-91. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения двуокиси углерода.

55. ГОСТ 23268.12-91. Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Метод определения перманганатной окисляемости.

56. ГОСТ 23950-88. Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации стронция.

57. ГОСТ 26449.1-85. Установки дистилляционные опреснительные стационарные. Методы химического анализа соленых вод.

58. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

59. ДСТУ 4077-2001. Якість води. Визначення рН (ISO 10523:1994, MOD).

60. ДСТУ 4173-2003. Якість води. Визначання гострої летальної токсичності на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 6341:1996, MOD).

61. ДСТУ 4174-2003. Якість води. Визначання хронічної токсичності хімічних речовин та води на *Daphnia magna* Straus та *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (Cladocera, Crustacea) (ISO 10706:2000, MOD).

62. ДСТУ EN 1420-1:2004. Якість води. Визначання впливу органічних речовин на якість води, призначеної для споживання людиною. Проведення оцінювання води в трубопровідних системах на запах і присмак. - Частина 1. Метод випробування (EN 1420-1:1999, IDT).{ Пункт 31 із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я N 505 ( з1043-11 ) від 15.08.2011 }

63. ДСТУ EN 1484-2003. Дослідження води. Настанови щодо визначання загального і розчиненого органічного вуглецю (EN 1484:1997, IDT).

64. ДСТУ ISO 6332-2003. Якість води. Визначання заліза. Спектрометричний метод із використанням 1, 10 - фенатроліну (ISO 6332:1988, IDT).

65. ДСТУ ISO 6468-2002. Якість води. Визначення вмісту окремих хлорорганічних інсектицидів, поліхлорованих біфенілів та хлорбензолів. Метод газової хроматографії після екстракції типу "рідина - рідина" (ISO 6468:1996, IDT).

66. ДСТУ ISO 6703-1:2007. Якість води. Визначення ціанідів. Частина 1. Визначення загального вмісту ціанідів (ISO 6703-1:1984, IDT).

67. ДСТУ ISO 6777-2003. Якість води. Визначання нітритів. Спектрометричний метод молекулярної абсорбції (ISO 6777:1984, IDT).

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

68. ДСТУ ISO 6778-2003. Якість води. Визначання амонію. Потенціометричний метод (ISO 6778:1984, IDT).

69. ДСТУ ISO 7027-2003. Якість води. Визначання каламутності (ISO 7027:1999, IDT).

70. ДСТУ ISO 7887-2003. Якість води. Визначання і досліджування забарвленості (ISO 7887:1994, IDT).

71. ДСТУ ISO 9696-2001. Захист від радіації. Вимірювання альфа-активності у прісній воді. Метод концентрованого джерела (ISO 9696:1992, IDT).

72. ДСТУ ISO 9963-1:2007. Якість води. Визначення лужності. - Частина 1. Визначення загальної та часткової лужності (ISO 9963-1:1994, IDT).

73. ДСТУ ISO 10301-2004. Якість води. Визначання високолетких галогенованих вуглеводнів методом газової хроматографії (ISO 10301:1997, IDT).

74. ДСТУ ISO 10304-3:2003. Якість води. Визначання розчинених аніонів методом рідинної іонної хроматографії. - Частина 3. Визначання хромату, йодиду, сульфїту, тіоціанїду та тіосульфату (ISO 10304-3:1997, IDT).

75. ДСТУ ISO 10304-4:2003. Якість води. Визначання розчинених аніонів методом рідинної хроматографії. - Частина 4. Визначання хлорату, хлориду і хлориту у воді з низьким рівнем забруднення (ISO 11885:1996, IDT).

76. Методичні вказівки. Санітарно-вірусологічний контроль водних об'єктів, затверджені наказом МОЗ від 30.05.2007 N 284 ( v0284282-07 ).

77. Методичні вказівки. МВ 10.2.1-113-2005. Санітарно-мікробіологічний контроль якості питної води, затверджені наказом МОЗ від 03.02.2005 N 60 ( v0060282-05 ).

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

78. Методичні вказівки. МВ 10.10.2.1-071-00. Санітарно-паразитологічні дослідження води питної.

79. Методика виконання вимірювань. МВВ 081/12-0227-05. Методика выполнения измерений массовой концентрации формальдегида в пробах природных, питьевых и сточных вод на анализаторе жидкости "Флюорат-02".

80. Гончарук В.В., Гордиенко А.С., Глоба Л.И., Гвоздяк П.И. Биотехнология в подготовке питьевой воды // Химия и технология воды. – 2003.- №4. – С.363 – 374.

81. Терентьев В.И., Гриценко В.К., Лопатин С.А., Кирьянова Л.Ф., Раевский К.К., Фоканов В.П., Шаларь А.В. Перспективы совершенствования технологии обеззараживания воды поверхностных источников // Гигиена и санитария. – 2002. -.№3. – С.29 -36.

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Додатки

					ДП 77.01.ПЗ	Арк.
						102
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>		