

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Інститут Енергозбереження та Енергоменеджменту

(повна назва кафедри)

Кафедра інженерної екології

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

К.К. Ткачук

(підпис) (ініціали, прізвище)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

на тему: Вдосконалення очисних споруд на КП «Лубни-водоканал»

Виконав (-ла): студент (-ка) IV курсу, групи ОЗ-51

(шифр групи)

Закотенко Євгеній Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник професор, д.т.н. Дичко А. О.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант з економічної частини доц., д.т.н. Тверда О.Я.

(назва розділу) (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант з охорони праці доц., д.т.н. Козлов С.С.

(назва розділу) (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент доц., д.т.н. Козлов С.С.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Київ – 2019 року

## ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	виконано
2	A4	ОЗ-51.2403.44.19	Пояснювальна записка		Виконано

				ОЗ-51.2403.44.19		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Закотенко Є.А		06.19	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Дичко А.О.		06.19			
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ІЕ Гр. ОЗ-51	
Н/контр.	Репін М.В.					
Зав.каф.	Ткачук К.К.		06.19			

**Пояснювальна записка  
до дипломного проекту**

на тему: Вдосконалення очисних споруд  
на КП «Лубни-Водоканал»

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут енергоменеджменту та енергозбереження

Кафедра інженерної екології

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ К.К. Ткачук  
(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект (роботу) студенту**

Закотенку Євгенію Анатолійовичу

1. Тема проекту: Вдосконалення очисних споруд на КП «Лубни-водоканал»  
керівник проекту доктор технічних наук Дичко Аліна Олегівна,  
затверджені наказом по університету від «22» травня 2019 р. №1329-с
2. Строк подання студентом проекту \_\_\_\_\_
3. Вихідні дані до проекту: показники аналізу стічних вод на КП «Лубни-водоканал», технологічна схема заводу, технічні характеристики озонаторних установок.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити): дослідження технологічної схеми очистки на водоканалі, розробка кінцевого способу очистки стічних вод; еколого-економічне обґрунтування проектних рішень та визначення вимог до охорони праці.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників плакатів тощо): загальні відомості про дипломний проект, відомості про КП «Лубни-водоканал», схеми установки для хімічного очищення стічних вод із використанням озонаторів, удосконалення системи очистки стічних вод.

## 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	<i>проф., д.т.н. Дичко А.О.</i>		
Охорона праці	<i>доц. к.т.н. Козлов С.С.</i>		
Економіка	<i>доц., д.т.н. Тверда О.Я.</i>		
Нормоконтроль	<i>ас., к.т.н. Репін М.В.</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Загальна характеристика об'єкту	18.04.19 – 25.04.19	Виконано
2.	Характеристика впливу підприємства на навколишнє середовище	26.04.19 – 28.04.19	Виконано
3.	Аналіз існуючих способів очистки стічних вод	29.04.19 – 12.05.19	Виконано
4.	Вибір та обґрунтування обраної установки очистки	13.05.19 – 15.05.19	Виконано
5.	Розробка способу очистки	16.05.19 – 27.05.19	Виконано
6.	Розрахунок продуктивності установок	28.05.19 – 30.05.19	Виконано
7.	Розрахунок еколого-економічного ефекту	31.05.19 – 02.06.19	Виконано
8.	Визначення вимог охорони праці	03.06.19 – 06.06.19	Виконано
9.	Підготовка графічного матеріалу	06.06.19 – 08.06.19	Виконано

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

Закотенко Є.А.

Керівник проекту

\_\_\_\_\_

(підпис)

Дичко А.О.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 84 стор.; 16 табл.; 11 рис.; 23 бібл.

**Актуальність теми.** Проблема очищення та знезараження стічної води це загальновідомий факт, адже забруднення потрапляють в природні водойми, ґрунтові води, літосферу тощо, при цьому відбувається забруднення складових та екосистеми в цілому. Тому покращення якості стічних вод є актуальною науково-технічною проблемою.

**Мета роботи** – модернізація систем очищення стічних вод на підприємстві КП «Лубни-водоканал», шляхом впровадження озонаторних установок на кінцевому етапі очистки, для підвищення ефективності очищення та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

### **Задачі дослідження:**

- дослідити підприємство КП «Лубни-водоканал», технологію очищення стічних вод, нинішнє очисне устаткування;
- довести аналіз якості очистки даного очисного устаткування та їх вплив на навколишнє середовище;
- розглянути нинішню систему очищення стічних вод на водоканалі, проаналізувати варіанти впровадження інших очисних систем та обрати самі оптимальні з них;
- зробити еколого-економічне обґрунтування модернізації обладнання;
- дослідити охорону праці та пожежну безпеку на підприємстві.

**Об'єкт дослідження** – технологічний процес очищення стічних вод на підприємстві КП «Лубни-водоканал»

**Предмет дослідження** – показники забруднюючих речовин підприємства КП «Лубни-водоканал» та впровадження модернізації системи очищення стічної води.

					<i>03-51.2403.44.19</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>РЕФЕРАТ</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Закотенко Є.А.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Дичко А.О.</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>Репін М.В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Ткачук К.К.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						6	2
					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, гр. 03-51</i>		

**Методи дослідження:** даний проект виконувався завдяки методу аналізу та поєднанню інформації з літературних джерел задля визначення напрямків дослідження; аналітичний метод при виборі найбільш вигідної та продуктивної системи очищення стічних вод; математичні розрахунки, які використані при еколого-економічному обґрунтуванні запропонованих технічних рішень роботи.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** СТИЧНА ВОДА, ОЗОН, ОЗОНАТОРНІ УСТАНОВКИ, СХЕМА ОЧИЩЕННЯ, ХЛОРУВАННЯ, ДЕСТУКТОР ОЗОНУ, ВІДСТІЙНИК, ПІСКОВЛОВЛЮВАЧІ, БІОФІЛЬТР.

					<i>03-51.2403.44.19</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

## ABSTRACT

Explanatory note 84 p. ; 16 tabl. ; 11 pic. ; 23 libr.

**Actuality of theme.** The problem of clearing and disinfection of sewage is a well-known fact, as pollution enters the natural reservoirs, groundwater, lithosphere, etc., while contamination of components and ecosystems in general occurs. Therefore, improving the quality of waste water is an urgent scientific and technical problem.

**The purpose of the work** – is to modernize sewage treatment systems at the Lubny-Vodokanal Utility Enterprise, through the introduction of ozonation units at the final stage of cleaning, to improve the efficiency of cleaning and reduce the negative impact on the environment.

### Research objectives:

- to investigate the enterprise of Communal enterprise "Lubny-Vodokanal", technology of sewage treatment, current cleaning equipment;
- to prove the quality of cleaning of this treatment equipment and its impact on the environment;
- consider the current system of wastewater treatment at the water supply canal, analyze the options for introducing other treatment systems and choose the most optimal ones;
- to make ecological and economic substantiation of equipment modernization;
- to study occupational safety and fire safety at the enterprise.

**Object of research** – technological process of sewage treatment at the enterprise of Communal enterprise "Lubny-Vodokanal"

					<i>03-51.2403.44.19</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Закотенко Є.А.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Дичко А.О.</i>				8	2
					<i>ABSTRACT</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Репін М.В.</i>			<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, гр. 03-51</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Ткачук К.К.</i>					



**Subject of research** – indicators of pollutants of the enterprise of Communal enterprise "Lubny-Vodokanal" and implementation of modernization of the wastewater treatment system.

**Methods of research:** this project was carried out through the method of analysis and combining information from literary sources to determine the research directions; analytical method for selecting the most profitable and productive wastewater treatment system; mathematical calculations used in the ecological-economic substantiation of the proposed technical solutions of work.

**KEYWORDS:** STEAM WATER, OZONE, OZONATORY INSTALLATIONS, CLEANING SCHEME, CHLORINATION, OXYGEN DESTRUCTOR, SUMP, SANDCATCHER, BIOFILTR.

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

03-51.2403.44.19

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....	12
ВСТУП.....	13
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО.....	15
1.1 Географічне положення.....	19
1.2 Технологія очистки стічних вод.....	20
1.3 Геоморфологічні умови.....	22
1.4 Клімат.....	22
1.5 Геолого-гідрологічні умови.....	25
Висновки до розділу 1.....	25
2 ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.....	27
2.1 Перелік екологічних та інших обмежень.....	28
2.2 Об'єкти охорони.....	29
2.3 Відходи при водовідведенні.....	31
2.4 Призначення і коротка характеристика споруд.....	34
Висновки до розділу 2.....	44
3 ВПРОВАДЖЕННЯ ОЗОНАТОРНИХ УСТАНОВОК.....	45
3.1 Типи озонаторів.....	49
3.2 Недоліки озонаторів.....	50
3.3 Вибір технологічного обладнання та його конструкція.....	51
3.4 Принцип роботи та продуктивність компресорного озонатора.....	54
3.5 Автоматичне регулювання та контроль очищення.....	61
Висновки до розділу 3.....	64
4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	66
4.1 Витрати на хлорування.....	66

					<i>03-51.2403.44.19</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ЗМІСТ</i>		
Розроб.		Закотенко Є.А.					
Перевір.		Дичко А.О.					
Н. Контр.		Репін М.В.					
Затверд.		Ткачук К.К.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						10	2
					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, гр. 03-51</i>		

4.2	Вартість озонаторних установок.....	68
4.3	Економічна окупність від модернізації очисних систем.....	69
	Висновки до розділу 4.....	71
5	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	72
5.1	Шкідливі виробничі чинники на водоканалі.....	72
5.2	Електробезпека.....	73
5.3	Шум та вібрація.....	75
5.4	Освітлення.....	76
5.5	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	76
5.6	Протипожежний захист.....	77
5.7	План ліквідації аварії.....	78
	Висновки до розділу 5.....	79
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	80
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	82
	ДОДАТОК А.....	85

					03-51.2403.44.19	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- БСК<sub>5</sub> – біохімічне споживання кисню;  
АПАР – аніонні поверхнево активні речовини;  
КП – комунальне підприємство;  
БПК<sub>повне</sub> – біохімічна потреба кисню;  
КНС – каналізаційна насосна станція;  
ГДС – гранично-допустимі скиди;  
СЗЗ – санітарно-захисна зона;  
СанПіН – Санітарні правила і норми;  
ГДН – гранично-допустимі норми;  
ppm – кількість частин на мільйон;  
ОК – озонатор компресійний;  
ККД – коефіцієнт корисної дії;  
ПУ – правила управління;  
ПТБ – правила техніки безпеки;  
ПУЕ – правила улаштування електроустановок;  
ПТЕ – правила технічної експлуатації.

					03-51.2403.44.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

## ВСТУП

Забруднення навколишнього середовища, а в тому числі джерел водопостачання є дуже серйозним фактором, який безпосередньо впливає на стан здоров'я людини. Забруднювачі бувають різні, як і їх вплив на людину, тому технологічні процеси, які зазвичай використовуються для очищення стічних вод, не досконало справляються зі своїм завданням, і не можуть в повній мірі забезпечити гарантію високого захисту.

Розвиток всіх галузей економіки – промисловості, енергетики, сільського комунального господарства, інтенсивно збільшується, а отже збільшується і водоспоживання, що в свою чергу потребує необхідність будівництва нових систем та споруд водопостачання та водовідведення, або ж вдосконалення вже наявних. Будівництво нових систем потребує нових земельних ресурсів, що, нажаль, обмежені при плануванні очисних станцій. Тому, дана ситуація стимулює пошук раціональних шляхів її вирішення. Вигідним та доцільним буде вдосконалення вже існуючих систем, а також встановлення таких систем, що не будуть займати великі земельні площі, але будуть продуктивними.

Основним завданням підтримки екологічного благополуччя довкілля при потраплянні в неї стічних вод, є їх знезараження. Крім різних видів виробничих скидів (текстильна, харчова, целюлозно-паперова промисловість) також утворюються скиди від муніципальних і промислових підприємств, що містять поверхневі, виробничо-дощові та господарсько-побутові стоки.

Проблема очищення зазначених вод є однією з найбільш актуальних і складних екологічних проблем. Її актуальність зумовлена постійним посиленням ГДК забруднюючих речовин у воді, що скидається у водойми,

					<i>03-51.2403.44.19</i>					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ВСТУП</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Закотенко Є.А.</i>						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Дичко А.О.</i>							13	2
<i>Н. Контр.</i>		<i>Репін М.В.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, гр. 03-51</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Ткачук К.К.</i>								

а також постійним ростом кількості забруднюючих речовин, з очищенням яких традиційні системи очищення уже не справляються, особливо і системи, які були встановлені більше, як півстоліття назад. Складність зазначеної проблеми в необхідності очищення великих обсягів низько концентрованих стоків.

Одним з самих ефективних і сучасних методів знезараження води є озонування. Сьогодні існує дуже велика кількість способів і технологій очищення води, але не всі з них настільки ефективні, як нам хотілось би. Очищення озоном забезпечує глибоку очистку від колоїдних і зважених частинок, високомолекулярних з'єднань, а також різних сполук металів (марганцю, заліза і т.д.) і сірководню.

					03-51.2403.44.19	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

КП «Лубни-водоканал» розташований за адресою: Полтавська область, м. Лубни, вул. Авіаторська, 52. Всього на даному водоканалі знаходиться дві очисні споруди, загальною площею 9 Га:

Площа очисних споруд №1 складає 5 Га.

Площа очисних споруд №2 складає 4 Га.

Завдання очисних споруд на КП «Лубни-водоканал» це очистка господарсько-побутових та промислових стічних вод. Запрацювало дане підприємство в 1968 році. Наявність зелених насаджень на даній території складає близько 60%.

Джерело водопостачання складається з 3 водозаборів і включає в себе 44 свердловини:

- водозабір №1 – 16 свердловин;
- водозабір №2 – 16 свердловин (14-робочі; 2-ремонт);
- водозабір №3 – 12 свердловин (9-робочі; 3-резервні).

Відведення стічних вод відбувається на власні очисні споруди №1, №2 з наступним скидом в р. Сула. До складу стічних вод входять: завислі речовини, хлориди, сульфати, БСК<sub>5</sub>, аміак, залізо, АПАР, фосфати.

Стічні води відводяться через скидний каналізаційний залізобетонний колектор у скидний земляний канал протяжністю 6 км. Канал впадає в р. Сула між с. Терни та с. В'язівка Лубенського району.

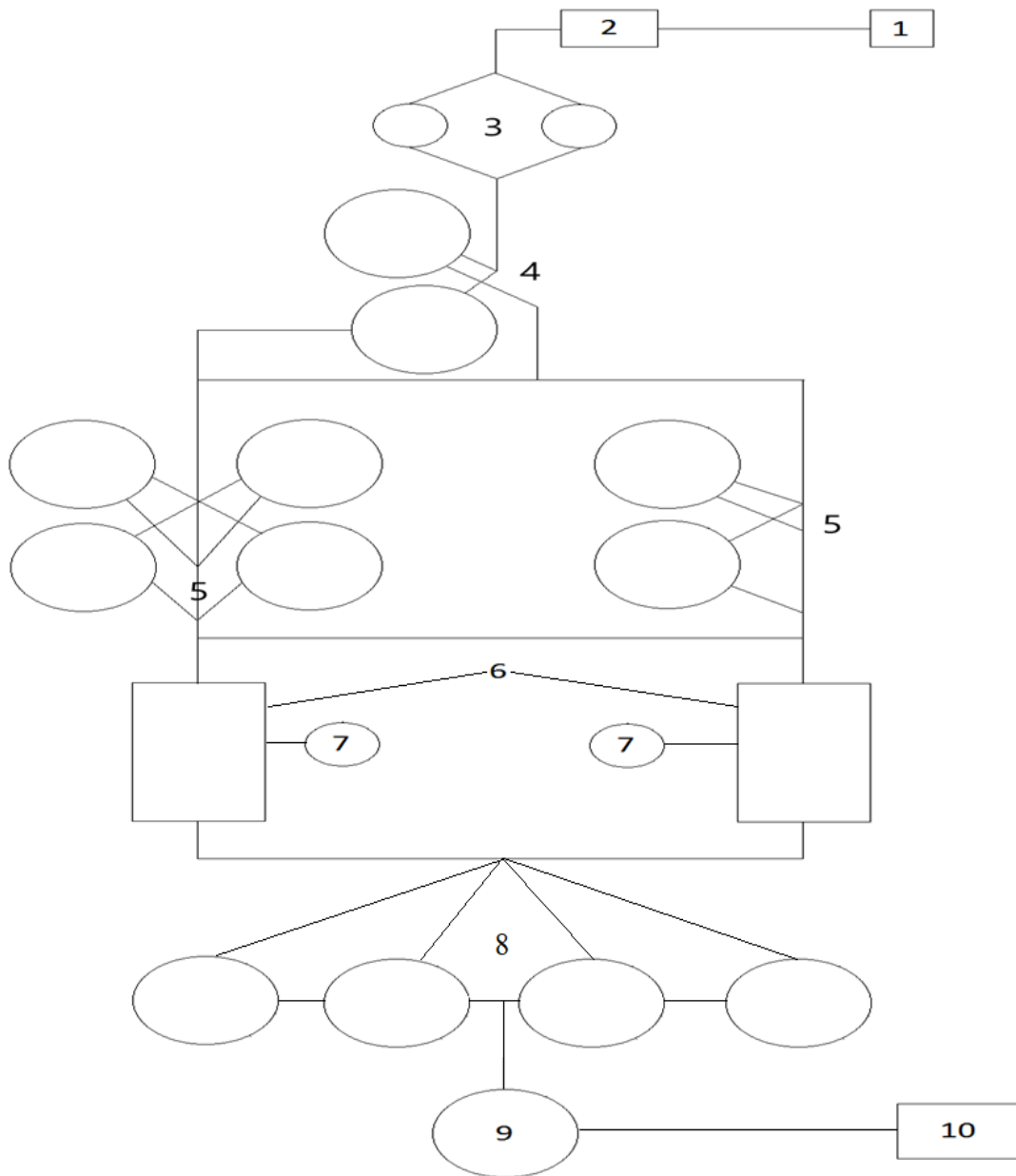
Річка Сула впадає в Кременчуцьке водосховище на р. Дніпро.

Протікає річка з Півночі на Південь по центральній частині району. Загальна протяжність – 363 км, в межах району 78,6 км. Басейн річки розміщений в Придніпровській низині. [1]

					<i>03-51.2403.44.19</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Загальні відомості про підприємство</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Закотенко Є.А.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Дичко А.О.</i>					15	12
<i>Н. Контр.</i>		<i>Репін М.В.</i>				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, гр. 03-51</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Ткачук К.К.</i>						







1 – приймальна камера (1 шт); 2 – преаератор (1 шт); 3 – пісколовки (2 шт);  
 4 – I – відстійники (2 шт); 5 – освітлювачі-перегнивачі (6 шт);  
 6 – аеротенки (2 шт); 7 – вентилятори (2 шт); 8 - II – відстійники (4 шт);  
 9 – контактний резервуар (1 шт); 10 – хлораторна (1 шт).

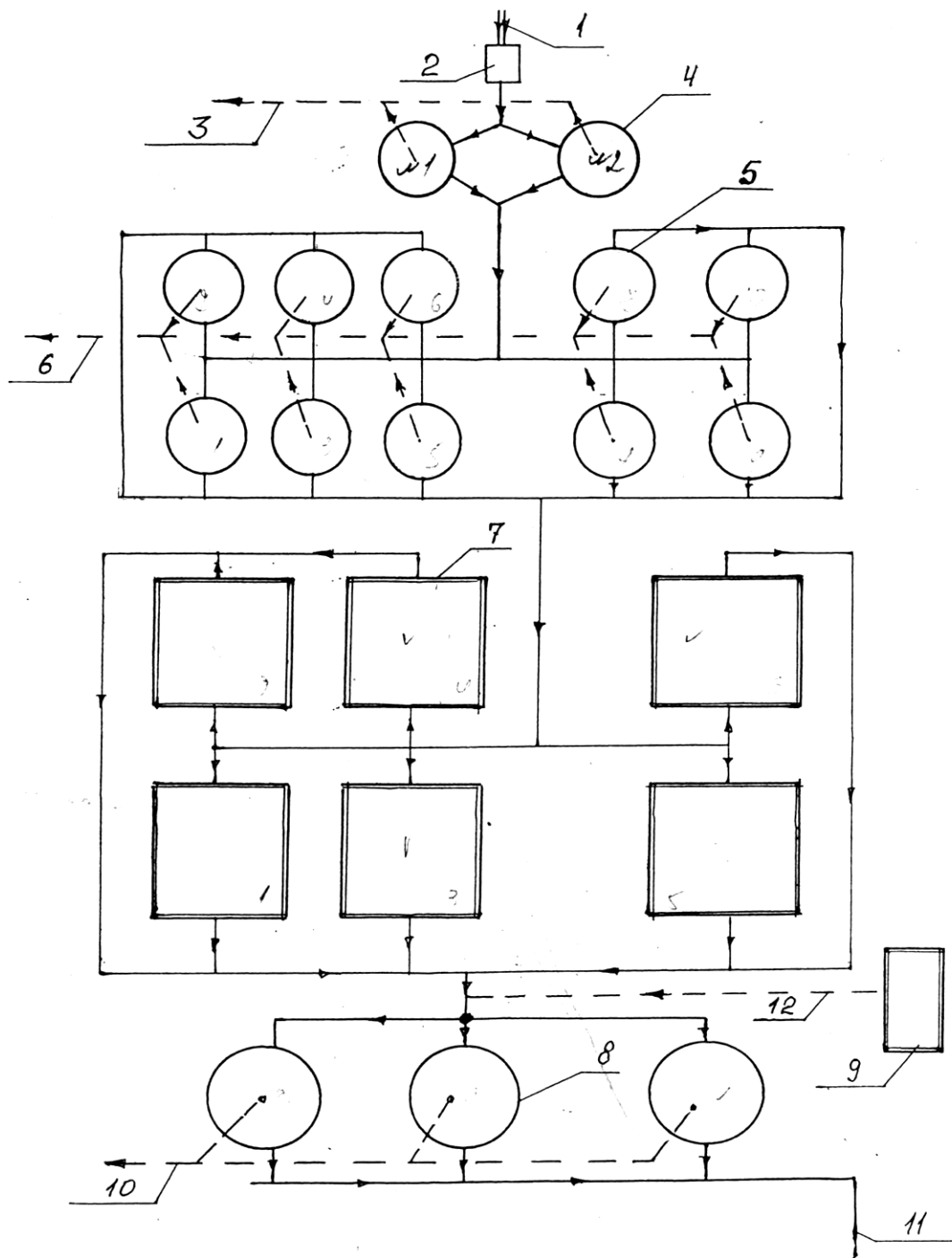
Рисунок 1.1 – Схема очисних споруд №1 КП «Лубни-водоканал»

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

03-51.2403.44.19

Арк.

17



1 - напірний водопровід від КНС; 2 - вхідна камера; 3 - трубопровід осаду піскові площадки; 4 - пісколовки; 5 - первинні відстійники (освітлювачі - перегнивачі); 6 - трубопровід осаду на мулові площадки; 7 - крапельні біофільтри; 8 - вторинні відстійники; 9 - хлораторна; 10 - трубопровід осаду на мулові площадки; 11 - випуск очищеної стічної води в річку Сулу.

Рисунок 1.2 – Схема очисних споруд №2 КП «Лубни-водоканал»

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

03-51.2403.44.19

Арк.

18

Головними завданнями даного об'єкту-водокористувача є надання комунальних послуг жителям міста Лубни, а також водопостачання та водовідведення підприємствам, установам та організаціям.

Кількість населення міста Лубни становить 45.6 тис. осіб, що складає 3,1% від загальної кількості населення в Полтавській області.

Працюючих на підприємстві – 271 чол. 252 роб. днів в рік. Розмір санітарно-захисної зони (СЗЗ) від населених пунктів становить 300 м.

### 1.1 Географічне положення

КП «Лубни-водоканал» знаходиться в Полтавській області, Лубенського району, м. Лубни, вул. Авіаторська, 52.

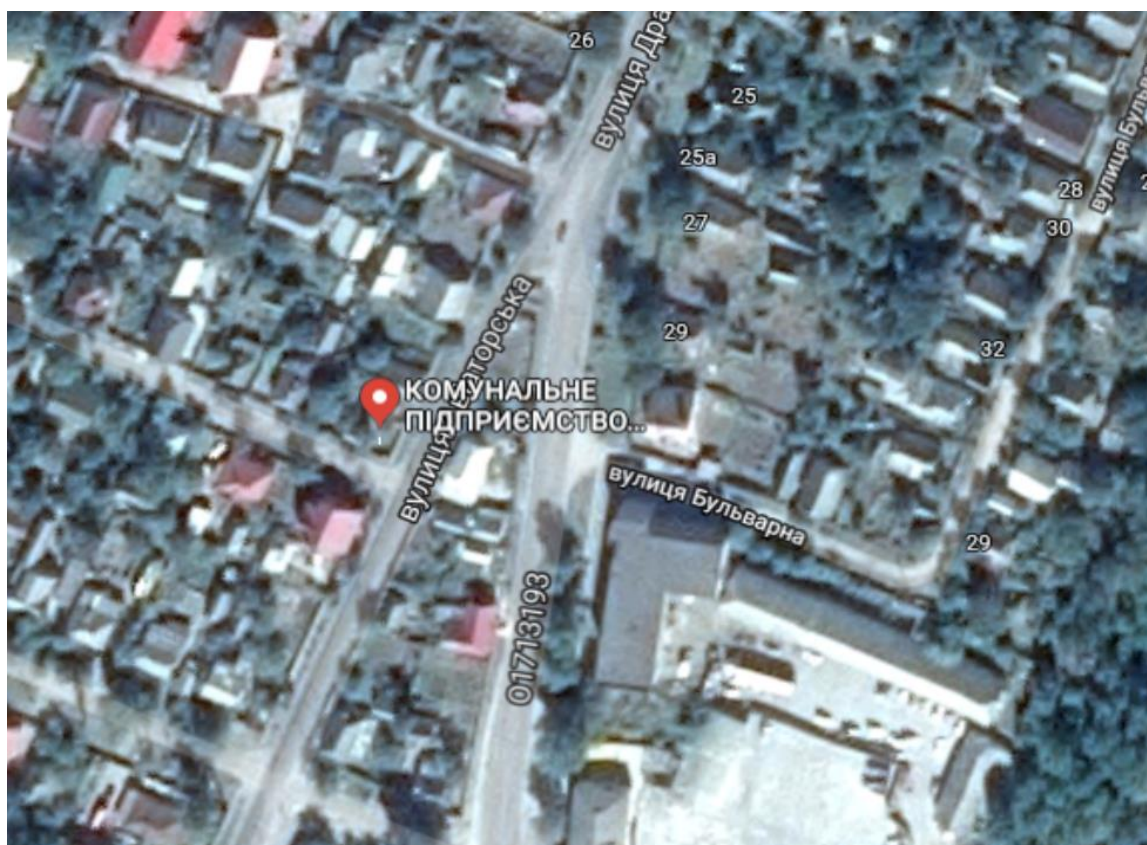


Рисунок 1.3 – КП «Лубни-водоканал», вид з супутника

Знаходиться дане Комунальне підприємство знаходиться біля річки Сула, даний водний об'єкт застосовується для технологічних процесів.

					03-51.2403.44.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## 1.2 Технологія очистки стічних вод

Згідно технологічної схеми стічні води в м. Лубни від промислових підприємств та житлового масиву по напірних колекторах перекачуються на очисні споруди (потужністю 5000 м<sup>3</sup>/добу) каналізаційними насосними станціями № 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10.

Фактичний обсяг стічних вод становить 2050м<sup>3</sup>/добу. З кінцевої КНС№4 (Каналізаційна насосна станція) по напірному водопроводу стоки поступають у приймальну камеру, де гаситься швидкість подачі стічних вод. Осад який залишається після приймальної камери відводиться по трубопроводу на піскові майданчики.

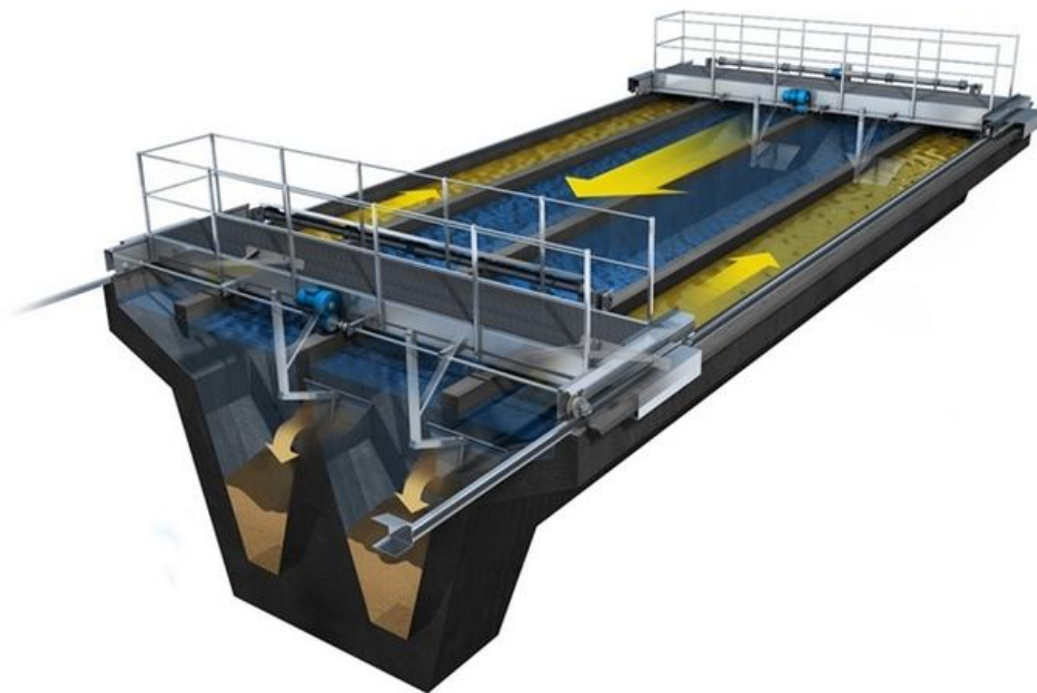


Рисунок 1.4 – Пісковий майданчик

Після камери гасіння стічна рідина самочинно проходить через решітку для затримання сміття більших розмірів по відвідному лотку подається в пісколовки. Пісколовка повинна працювати таким чином, щоб при русі стічної рідини в ній осідали важкі мінеральні домішки і не випадав осад органічного походження. Це досягається підтриманням певної швидкості руху стічної

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

03-51.2403.44.19

рідини. Швидкість повинна бути в межах від 0,15 м до 0,3 м/с. Пісок, який осідає в бункері пісковловлювача, видаляється з неї за допомогою гідроелеватора [2].

Звільнена від піску рідина по відповідному каналу направляється на двох'ярусні відстійники. Час відстоювання 1,5 години. Стічна вода проходить через центральну трубу, падає на відбивний щит, де гаситься швидкість руху води, та спонукає випаданню осаду з води в конічну частину відстійників. Визначення рівня осаду у відстійнику проводиться батометром, опускаючи його на певну відстань від горизонту води у відстійнику, проводиться відбір проб. Вміст в батометрі буде вказувати на наявність осаду чи води на рівні взяття проб. В наявності 10 відстійників (8-робочих).

На даному етапі закінчується механічна очистка води.

Споруди в складі: трьох біофільтрів, трьох вторинних вертикальних відстійників являються єдиним вузлом споруд для повної біологічної очистки стічних вод.

Взагалі в наявності на очисній станції №2 КП «Лубни-водоканал» 3 крапельних біофільтра в кожному з них по 2 карти. На сьогодні працює 2 біофільтра, з яких робочих 3 карти.

Після освітлення на двоярусних відстійниках стічні води по напірно-самотічним трубопроводам поступають в дозуючі камери і звідти по магістральному трубопроводу розподільчих частини, з певним напором та інтервалами подаються спринклерами на поверхню секції біофільтру. Завдяки сифонному обладнанню дозуючі камери працюють автоматично. В біофільтрі затримуються і окисляються біологічним шляхом зважені і розчинні органічні речовини, які містяться в стічній рідині після двоярусних відстійників. Всі біологічні процеси очистки стічних вод в біофільтрах проходять в присутності кисню, повітря необхідного для підтримки життєдіяльності мікроорганізмів. Забезпечення біофільтру повітрям відбувається шляхом природної вентиляції, внаслідок різниці температури повітря навколишнього середовища і тіла біофільтру. В якості завантажувального матеріалу прийнятий щебінь.

					03-51.2403.44.19	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виході із біофільтрів очищені стічні води виносять з собою нерозчинні речовини, які складаються, в основному, із частинок відпрацьованої біологічної плівки.

У вторинних відстійниках відбувається їх осадження. Винесені частинки біоплівки випадають на дно відстійника у вигляді осаду. Раніше перед вторинними відстійниками проводилось знезараження рідким хлором. Ця процедура виявилась для даної очисної станції неефективною і її припинили проводити.

Після вторинних відстійників очищена вода змішувачем (лотком Паршалья) потрапляє в контактний резервуар, де проходить контакт з гіпохлоритом натрію протягом 30хв., після чого знезаражена вода скидається каналом протяжністю 7 км у водоймище р. Сула.

### 1.3 Геоморфологічні умови

Очисні споруди даного комунального підприємства знаходяться на північному сході України, на правому березі річки Сула. Висота даної території 158 метрів над рівнем моря. Вони розташовані у лісостеповій фізико-географічній зоні.

### 1.4 Клімат

Клімат помірно-континентальний, із помірною зимою і теплим літом (частіше спекотним). Середньорічні температури: літня +24,7 °С, зимова -10,2 °С. Середньорічна кількість опадів — 586,7 мм.

Найнижча середньомісячна температура повітря в лютому (-19,8°С), найвища (0,8 °С) зафіксовано в 2013 році. Найнижча середньомісячна температура в липні (17,2°С), найвища (34,1°С) спостерігались в 2015 році [3].

					03-51.2403.44.19	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Останнє століття температура повітря в Лубнах, так само як і в цілому на Землі, має тенденцію до підвищення, причиною даного феномену являється технологічний прогрес, який за цей період, набував високого розвитку. Протягом цього періоду середньорічна температура повітря підвищилася приблизно на 1,5°C. Найтеплішим за всю історію спостережень виявився 2007 р. більшим у цілому є підвищення температури в першу половину року.

У середньому за рік у Лубнах випадає 570 мм атмосферних опадів, найменше – у лютому-березні, найбільше – у липні.

Таблиця 1.3 – Середня кількість опадів, (мм)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
42	38	34	41	50	61	70	47	43	41	48	52	567

У середньому за рік у місті спостерігається 143 дні з опадами; найменше їх (10) у серпні, найбільше (19) – у грудні. Щороку в Лубнах утворюється сніговий покрив, максимальна висота якого зазвичай спостерігається в лютому.

Відносна вологість повітря становить в середньому 73%, найменша вона у травні (59%), найбільша – у грудні (86%).

Таблиця 1.4 – Відносна вологість повітря, (%)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
83	80	78	65	63	65	67	62	67	74	83	87	73

Найменша хмарність спостерігається в серпні, найбільша – у грудні.

Таблиця 1.5 – Загальна хмарність, (бали)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
7,3	7,6	7	6,9	6,3	6,1	5,8	5,3	5,5	6,1	8	8,5	6,7





## 1.5 Геолого-гідрогеологічні умови

Абсолютні оцінки даної поверхні перебувають у межах від 2,5 м до 5,0 м. У геологічній будові території беруть участь відкладення четвертинної системи.

Зверху вниз геологічна будова ділянки характеризується так:

1. Грунтово-рослинний шар, що має поширення за межами території очисних споруджень, потужністю до 0,3 м.

2. Суглинок бурувато-сірий, щільний. Розкрита потужність до 3,2 м.

3. Глина коричнево-жовтого кольору. Розповсюджена повсюдно. Потужність відкладень до 3,0 м.

4. Пісок бурий дрібнозернистий, кварцовий, середньої щільності. Розповсюджений повсюдно. Водоносний. Потужність відкладень до 4,0 м

5. Піщаник середньозернистий. Потужність відкладень до 2,8 м

6. Мергель глинистий бурувато-сірого кольору. Потужність відкладень до 2 м.

Водоносний горизонт проявляється у виходах на поверхню у вигляді джерел і дринується р. Сула. По хімічному складу підземні води, в основному, гідрокарбонатно-сульфатно-натрієво-кальцієві.

### Висновки до розділу 1

1. КП «Лубни-водоканал» - очисні споруди, що здійснюють очистку господарчо-побутових та промислових стічних вод. Знаходяться в лісостеповій фізико-географічній зоні.

2. Підприємство має дві схеми очистки стічних вод (№1, №2). Проектна продуктивність очистки цієї схеми – 1863 тис. м<sup>3</sup>/рік.

									Арк.
									25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

03-51.2403.44.19

3. Система очистки включає приймальну камеру, преаератор, пісковловлювачі, відстійники, освітлювачі-перегнивачі, аеротенки, вентилятори, відстійники, контактний резервуар, хлораторну.

					<i>03-51.2403.44.19</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

## 2 ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Очисна станція взагалі складається з 10 первинних відстійників, але на сьогодні задіяні тільки – 8. Дивлячись з екологічної точки зору, то на випадок залпових скидів стоків необхідною умовою є реконструкція 2 відстійників, які в даний момент часу не експлуатуються.

Усі запроектовані споруди по очистці будуть розміщені на території існуючих споруд з можливим максимальним використанням існуючих технологічних об'єктів.

У зв'язку з цим Державним управлінням екології та природних ресурсів по Полтавській області поставлена вимога реконструкції класичних очисних споруд. В утворених техногенних умовах негативного впливу можуть зазнавати:

1. *Повітряне середовище:* у рештках відбувається накопичення каналізаційних стоків (сірководень, кислі гази).

2. *Водне середовище,* у тому числі підземні води - інфільтрація забруднених стоків може привести до змін у хімічному та бактеріальному складі ґрунтового потоку.

3. *Рослинний та тваринний світ,* у результаті прямого та побічного впливу забруднюючих речовин, які попадають у повітря, ґрунт, підземні та поверхневі води, флора та фауна може підпасти під незворотні зміни.

Поверхневі води не попадають під вплив, тому що передбачено відведення очищених стічних вод в існуючий скидний канал.

Вдосконалення очисних споруд м. Лубни приведе до позитивних змін оточуючого природного середовища та поліпшить загальне санітарне і соціальне становище району розташування об'єкта.

					03-51.2403.44.19			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Закотенко Є.А.</i>			<i>Оцінка впливу на навколишнє середовище</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Дичко А.О.</i>					27	18
<i>Н. Контр.</i>		<i>Репін М.В.</i>				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, гр. 03-51</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Ткачук К.К.</i>						







даному підприємстві встановлена санітарно-захисна зона розміром 300 м від населених пунктів. За рахунок неї неприємний запах з очисних споруд на жителів, які живуть поряд не розповсюджується.

Таким чином впливу на повітряний басейн не має. Але питання уникнення запаху на даний момент часу розглядається.

**Рослинний і тваринний світ.** Природні фітоценози на цій території в значній мірі трансформувались під впливом техногенного навантаження.

Дана ділянка до заповідних територій не відноситься, тому цінні та рідкісні види рослин, виділені під очисні споруди, відсутні на даній території.

Присутність тварин на території очисної станції відсутня.

**Санітарно-захисні заходи.** Вдосконалення очисних споруд є важливим природоохоронним заходом. Очистка стічних вод попереджає забруднення природних водоймищ.

Для виключення забруднення навколишнього середовища в процесі очистки передбачені наступні заходи:

- забезпечення санітарно-захисної зони розміром 300 м, прийнятої у відповідності з «Державними санітарними правилами планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 16.06.1996 р. №173, доповнення 12; [5]

- територія має огорожу та попереджуючі написи на щитах;
- забезпечення під'їзних шляхів.

### 2.3 Відходи при водовідведенні

*Розрахунок відходів з решіток очисних споруд №2*

Ширина прозорів решіток 16 – 20 мм

$$W = a \times \pi / 1000,$$

										Арк.
										31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

03-51.2403.44.19

де а – норма забруднень на 1 жителя на рік, (8 л на 1 жителя);

п – кількість жителів – 45000;

W – загальний нормований об'єм забруднень на рік.

$$W = 8 \cdot 45000 / 1000 = 360 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

$$m = a \times W \times Y = 76 \text{ м}^3/\text{рік} \times 0,75 \text{ т/м}^3 = 57 \text{ т/рік},$$

де, m – загальна маса забруднень на рік;

Y – 0,75 м<sup>3</sup> – питома вага.

Розрахунок відходів (піску) в пісковловлювачах очисних споруд №2

$$W = n \times P / 1000,$$

де n – кількість жителів;

P – кількість осаду який випав на 1 жителя на добу – 0,02 л/чол.·добу.

Вологість 60%

Питома вага піску Y = 1,5 т/м<sup>3</sup>

$$W \text{ піску} = 45000 \cdot 0,02 / 1000 = 0,9 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$W \text{ піску} = 0,9 \text{ м}^3/\text{добу} \cdot 365 = 328,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$m_{\text{піску}} = W \text{ піску} \cdot Y = 328,5 \cdot 1,5 = 492,75 \text{ т/рік}$$

(вага вологого піску)

$$m_{\text{води}} = W \text{ піску} \cdot m_{\text{піску}} \cdot K_{\text{зв.п.}} = 492,75 \cdot 0,6 = 295,65 \text{ т/рік (вага води)}$$

K<sub>зв.п.</sub> – коефіцієнт зволоження піску.

$$m_{\text{с.піску}} = 492,75 - 295,65 = 197,1 \text{ т/рік (вага сухого піску)}$$

					03-51.2403.44.19	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Мул очисних споруд №2

Проектна потужність очисних споруд – 1863200 м<sup>3</sup>/рік.

Фактична за січень місяць 35945 м<sup>3</sup>.

1. Кількість осаду з первинних відстійників.

Знаходимо кількість осаду в спорудах очисної станції.

$$G_{\text{ос.1 відст.}} = G_{\text{ст.в.}} \cdot (C_1 - C_2) \cdot 10^{-6},$$

де  $G_{\text{ст.в.}}$  – кількість стічних вод;

$C_1$  – завислі речовини до первинних відстійників;

$C_2$  – завислі речовини після первинних відстійників.

$$G_{\text{ос.1 відст.}} = 35945(112,5 - 65,5) \cdot 10^{-6} = 1,68 \text{ т.}$$

2. Кількість осаду з вторинних відстійників.

$$G_{\text{ос.втор.}} = G_{\text{ст.в.}} \cdot (C_1 - C_2) \cdot 10^{-6}.$$

$$G_{\text{ос.втор.}} = 35945 \cdot (65,5 - 24) \cdot 10^{-6} = 1,49 \text{ т.}$$

Щільність сирого осаду приймаємо за одиницю.

Загальна кількість осаду:

$$1,68 + 1,49 = 3,17 \text{ т/місяць.}$$

					<i>03-51.2403.44.19</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33







а) виключається із роботи відстійник, знижується в ньому рівень рідини на 1,5-2 м, випускається частина осаду і змішується вміст в септичній камері струменем води;

б) вводиться вапняне молоко (50-60 кг) для відновлення лужної реакції;

в) повністю випорожняється відстійник і вводиться в експлуатацію після ретельної промивки і заповнення мулової камери збриженим осадом сусіднього відстійника.

Споруди в складі: трьох біофільтрів, трьох вторинних вертикальних відстійників являються єдиним вузлом споруд для повної біологічної очистки стічних вод.

**III. Біофільтр** представляє собою споруду в якій попередньо відстояна стічна рідина фільтрується через крупнозернисте середовище (щебінь), покрите біологічною плівкою, густо заселене мікроорганізмами.

В біофільтрі затримуються і окисляються біологічним шляхом зважені і розчинні органічні речовини, які містяться в стічній рідині після двох'ярусних відстійників.

Всі біологічні процеси очистки стічних вод в біофільтрах проходять в присутності кисню повітря, необхідного для підтримки життєдіяльності мікроорганізмів. Забезпечення біофільтру повітрям відбувається шляхом природної вентиляції, внаслідок різниці температури повітря навколишнього середовища і тіла біофільтру.

При виході із біофільтрів очищені стічні води виносять з собою нерозчинні речовини, які складаються, в основному, із частинок відпрацьованої біологічної плівки.

У вторинних відстійниках відбувається їх осадження. Винесені частинки біоплівки випадають на дно відстійника у вигляді осаду.

#### *Порушення і неполадки в роботі біофільтрів*

1. При експлуатації біофільтрів можливі наступні характерні порушення їх роботи:

					03-51.2403.44.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37









б) заклинення засувки на муловій трубі. Для усунення заклинення необхідно провести ревізію засувки чи замінити її іншою. При цьому горизонт рідини у відстійнику знижується до рівня установки засувки;

в) утворення залишків мулу на нахилених стінках мулової камери відстійника. В цьому випадку характерні часті прориви води в мулову трубу при випуску осаду. Необхідно повністю закрити мулову засувку і через 30 хвилин поступово відкрити її. При цьому стінки мулової камери попередньо очищаються.

3. Порушення горизонтальності водоскидного кільцевого лотка, що не забезпечує струменість потоку стічних вод у відстійнику.

Цей недолік усувається шляхом вирівнювання кромки цементним розчином тих частин лотка, які не горизонтальні.

*Нормальна експлуатація вторинних вертикальних відстійників полягає в наступному:*

- рівномірний розподіл стічної рідини між вторинними відстійниками;
- своєчасне видалення осаду для уникнення його загнивання.
- утримання в чистоті і справності лотків, шиберів, засувок, колодязів, захисних огорожень.

Ці роботи проводять регулярно.

Очистка проводиться скребками і мітлами. Засувки і штанги повинні бути чистими, змазаними відпрацьованими нафтопродуктами і постійно готовими до роботи. Змазка механічних частин, перевірка ущільнення сальників засувок проводиться два рази в місяць, суворо по графіку.

- випорожнення відстійників для огляду, чистки і ремонту.

Для внутрішнього огляду, чистки і ремонту відстійників один раз на рік проводиться повне його випорожнення. Особливу увагу слід звертати на стан мулової труби. Випорожнення відстійника проводиться пересувним насосом. У випадку необхідності ремонту чи зміни мулової засувки, відстійник

									Арк.
									41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

03-51.2403.44.19





Дренажні води пісковловлювачів разом з дренажними водами від мулових майданчиків №1 надходять в лоток, який подає стічні води на біофільтри. Після кожного напуску пульпи проводиться промивка піскопроводу, для чого гідроелеватори пісковловлювачів прокачують освітлену воду.

## Висновки до розділу 2

1. Необхідна реалізація нового проекту щодо покращення екологічного стану на території КП «Лубни-водоканал. Доцільним буде застосування озонаторних установок для знезараження води, адже метод хлорування в країнах Європи майже не використовується, по тій причині, що він є недоцільним.

2. Забруднення атмосферного повітря при експлуатації об'єкту не відбудеться, не погіршиться якість води в підземних горизонтах, суттєво зменшиться забруднення ґрунтів неочищеними стічними водами.

3. Аварійних скидів у навколишнє середовище надлишку зайвих вод не передбачається, тому що очисна споруда базується на самопливному русі води, а також можливості комплексу споруд прийняти надлишковий стік у обсязі до 4 - 5 добових скидів води.

					03-51.2403.44.19	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ВПРОВАДЖЕННЯ ОЗОНАТОРНИХ УСТАНОВОК

Стійка тенденція погіршення якості джерел питного водопостачання, що супроводжується зниженням гігієнічних характеристик води, викликає тривогу громадськості. Всесвітня організація охорони здоров'я серед комплексу провідних питань в першу чергу ставить вирішення проблеми питного водопостачання, як невід'ємної частини покращення програми охорони здоров'я. Для забезпечення якості питної води необхідно постійно вдосконалювати методи очищення питної води, та забезпечити періодичні вимірювання та оцінювання її якості.

Даний метод очистки води застосовується вже понад століття, але лише останні 10-15 років цей спосіб почав більш широко застосовуватися на різних стадіях обробки води з водних джерел. Застосування стандартного очищення води (хлоруванням) виявило в собі ряд проблем: мікроорганізми, які є стійкими до дії хлору, а також утворення вторинних продуктів після хлорування, які є токсичними для людини.

Основними цілями обробки води озоном є:

- Позбавлення присмаку у воді;
- збільшенню прозорості та зниження кольоровості води;
- дезінфекція та санація;
- стерилізації (позбавлення від мікроорганізмів, грибків, водоростей, бактерій, вірусів та фагів);
- консервація.

					<i>ОЗ-51.2403.44.19</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Впровадження озонаторних установок</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Закотенко С.А.</i>					45	21
<i>Перевір.</i>		<i>Дичко А.О.</i>						
<i>К. Розділу</i>		<i>Тверда О.Я.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Репін М.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Ткачук К.К.</i>						
						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, гр. ОЗ-51</i>		

У знезараженні води хлор та озон є конкурентними. На даний момент в нашій країні використовують хлор, завдяки невисокій вартості обладнання та більш тривалому ефекту обробки, в той час коли країни Європи, вже давно відмовилися від даного методу. Дослідження показали, сполуки, які застосовуються для хлорування води, канцерогенними (тригалопохідні метану та інших хлорорганічних сполук, які іноді токсичніші за вихідні). Виходячи з цього необхідно б було ввести озонування в водоочищення або комбінувати його з хлоруванням. Світова екологічна ситуація погіршилась зокрема і в нашій країні, це призвело до утворення нових окисників. Нові окисники утворюються й з'являються й понині, тож необхідно постійно поновлювати відношення до методів очистки води у зв'язку даними обставинами. [6]

Озон є одним з найсильніших окисників на даний момент. Його особливістю є те, що він не здатний до реакцій заміщень на відміну від хлору. Він дуже швидко розкладається у воді, а це означає, що з екологічної точки зору він є повністю безпечним. До недоліків, можна віднести використання певної кількості електроенергії коли він синтезується, а також кінцевого хлорування (кількість дозованого хлору, що вноситься у воду, значно менший, ніж з стандартною технологією хлорування) для дезінфекції від речовин, з якими озон, нажаль впоратися не може. Задля затвердження необхідної якості води використовують три процеси: сорбційні методи (покращення смакових якостей), коагулювання (знебарвлення води), хлорування (знезараження води). Ці три процеси ускладнюють технологію очищення води. При використанні озону, він одночасно виконує всі три процеси.

При очищенні питної води одним з найважливіших аспектів займає попереднє окислення, у якому, використовується хлор, діоксид хлору, озон. Попереднє окислення робить дезінфекцію більш безпечнішою. Важливим параметром цього процесу є час контакту окисника з вірусами та бактеріями. Табл. 1 демонструє, що контактний час буде достатнім, навіть якщо реагенти будуть застосовуватися ближче до кінця обробки. Та й нелогічно намагатися

										Арк.
										46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ОЗ-51.2403.44.19

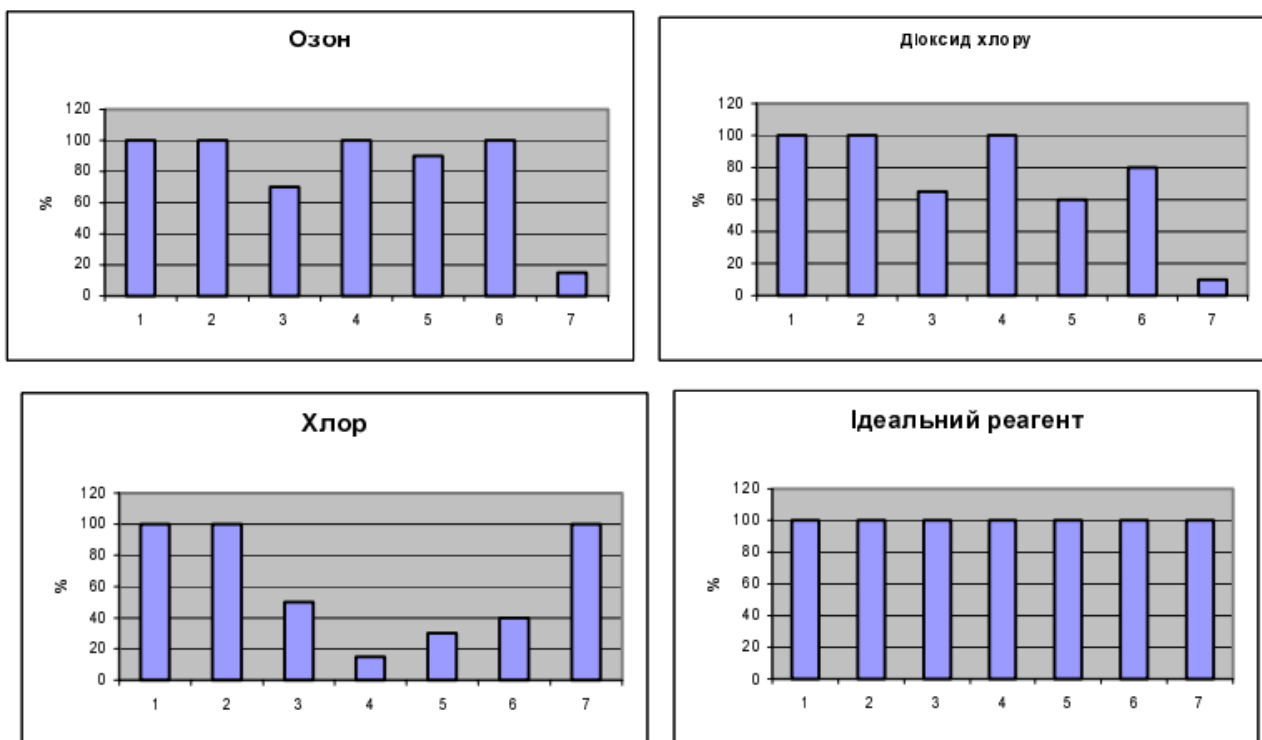


Продовження таблиці 3.2

Забрудник		Хлор	Діоксид хлору	Озон
	Посилення біологічного розкладу	+	+	+++

Як видно з таблиці 2, озон є найефективніший для знешкодження у воді металів, що являється важливим фактором при обробці підземних вод, де знаходиться велика частка концентрація металів.

На рисунку 1 подано діаграми, які показують рівень якості водних об'єктів трьома реагентами у семи аспектах: бактерії, віруси, патогенні сполуки, тригалометани (їх відсутність), смак та колір, залізо та марганець і аміак. Остання діаграма демонструє ідеальний реагент, при якому б забезпечувалася найвища якість води. [8]



1 – бактерії; 2 – віруси; 3 – патогенні сполуки; 4 – тригалометани; 5 – смак та колір; 6 – залізо та марганець; 7 – аміак.

Рисунок 3.1 – Порівняльна характеристика забезпечення якості очищення ВОДИ



Як ми бачимо кращими показниками володіє озон, окрім відношення до аміаку, в цьому випадку найкращим виявився хлор, тому його і потрібно комбінувати з озоном у невеликих кількостях задля максимального знешкодження всіх негативних чинників, що знаходяться у воді.

### 3.1 Типи озонаторів

Загалом існує три способи отримання озону:

- електричний;
- фотохімічний (за допомогою ультрафіолетового випромінювання);
- хімічний (в результаті реакцій з водою сильних окиснювачів, наприклад, пентафлориду вісмуту).

Фотохімічний та хімічний методи, рідко використовуються, адже при застосуванні даних методів виникає ряд проблем: вони неефективні, також потребують поставки дорогоцінних речовин, загалом небезпечні (вибухонебезпечні), складність конструкції та її експлуатації, а також слабопродуктивні.

Самий дешевий, популярний, а також економічно вигідний метод добування озону – електричний. Даний метод не потребує доставки сильних окиснювачів, а також встановлення додаткового обладнання. Промислові і побутові установки для озонування води влаштовані приблизно однаково.

					03-51.2403.44.19	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

















C-49-5K або C-90-1, яке використовується в електровакуумних приладах. Це дозволить знизити споживчу потужність озонатора і збільшити ККД. [12]

Якщо діелектричну трубку в трубчатому генераторі озону виготовити товщиною в 1 мм, то знизиться продуктивність озонатора і щоб її підвищити необхідно буде збільшувати величину напруги подаючого на провідні електроди із дротової сітки. Це зрозуміло, повпливає на електробезпеку конструкції. На основі вище переліченого можна зробити висновок, що для збільшення продуктивності можна збільшити: напруженість електростатичного поля, площу поверхні електродів, частоту споживчого напруження, забезпечити приплив повітря до «розрядних зон». Можна виділити кваліфікацію основних факторів впливу. [13]



Рисунок 3.6 – Класифікація основних факторів, що впливають на продуктивність компресорного озонатора

Теоретично розрахувати продуктивність озонатора можна, враховуючи всі ці фактори.

$$MQEsf_{O_3} = K_f \cdot S \cdot 0.21 \cdot 0.5 \cdot K_{FV} \cdot \pi \cdot h_c^3 \cdot m_{O_3} \cdot n_i \cdot K_v \cdot \frac{Q}{V_K \cdot \Delta t}, \text{ [Г/ГОД]} \quad (3.1)$$



Таблиця 3.4 – Результати математичного моделювання продуктивності озонатора при зміні частоти напруги живлення

f, Гц	S, см <sup>2</sup>	n, шт	h, м	U, В	E, В/м	K <sub>0</sub>	K <sub>fv</sub>	K <sub>f</sub>	mO <sub>3</sub> , г	Q <sub>fv</sub> , м <sup>3</sup> /ч	t, ч	V <sub>fv</sub> , м <sup>3</sup>	L <sub>fv</sub> , м	V, м/с	M=Q <sub>fv</sub> , г/ч
1	137,2	51	0,0007	7500	10714286	0,1	8,3·10 <sup>2</sup>	-6,9465	271,5	800	1	0,002311	0,115	11,058	0
25								35,5974							43,94
50								44,7587							55,25
100								53,92003							66,55
200								63,0814							77,86
400								72,2427							89,17
1000								84,3533							104,12
2000								93,5146							115,43
4000								92,588							114,28
8000								89,42							110,37
15000								84,569							104,38
30000								77,144							95,22
60000								74,444							91,89

Таблиця 3.5 – Результати математичного моделювання продуктивності озонатора при зміні площі електродів

f, Гц	S, см <sup>2</sup>	n, шт	h, м	U, В	E, В/м	K <sub>0</sub>	K <sub>fv</sub>	K <sub>f</sub>	mO <sub>3</sub> , г	Q <sub>fv</sub> , м <sup>3</sup> /ч	t, ч	V <sub>fv</sub> , м <sup>3</sup>	L <sub>fv</sub> , м	V, м/с	Q <sub>fv</sub> , г/ч
50	10,6	51	0,0007	7500	10714286	0,1	8,3·10 <sup>2</sup>	44,758	271,5	800	1	0,002311	0,115	11,058	4,27
	21,2														8,54
	31,8														12,80
	42,4														17,07
	53														21,34
	63,6														25,61
	74,2														29,88
	84,8														34,15
	95,4														38,41
	106														42,68
	116,6														46,95
	127,2														51,22
	137,8														55,49

Як видно з результатів, представлених в таблиці 3.5 збільшення площі поверхні електродів, які впливають на кількість точок «розряду» в яких генерується озон також призводить до лінійному збільшенні продуктивності озонатора.

Таблиця 3.6 – Результати математичного моделювання продуктивності озонатора при зміні подачі повітря

$f, \Gamma_{II}$	$S, \text{cm}^2$	$n, \text{шт}$	$h, \text{м}$	$U, \text{В}$	$E, \text{В/м}$	$Kfv$	$Kf$	$K_0$	$mO_3, \text{г}$	$Q_{O_3}, \text{м}^3/\text{ч}$	$t, \text{ч}$	$V_{O_3}, \text{м}^3$	$L_{O_3}, \text{м}$	$V, \text{м/с}$	$Q_{O_3}, \text{г/ч}$
50	137,8	51	0,0007	7500	10714285	$8,3 \cdot 10^{-2}$	44,758	2,491815	271,5	2	1	0,002311	0,115	0,02765	3,46
								1,532107		5				0,06911	5,31
								1,06048		10				0,13823	7,36
								0,451325		50				0,69113	15,65
								0,312394		100				1,38225	21,67
								0,21623		200				2,76451	29,99
								0,17436		300				4,14676	36,28
								0,149668		400				5,52902	41,52
								0,13295		500				6,91127	46,11
								0,120687		600				8,29352	50,22
								0,111205		700				9,67578	53,99
								0,103596		800				11,05803	57,48
								0,097317		900				12,44029	60,75

Як бачимо з таблиці 3.6 збільшення подачі повітря в озонатор, що впливає на кратність повітрообміну в «точках розряду», також призводить до збільшення продуктивності озонатора. Однак на продуктивність чине значний вплив внутрішній аеродинамічний спротив конструкції, який враховується в коефіцієнті  $K_v$ .

Таблиця 3.7 – Результати математичного моделювання продуктивності озонатора при зміні напруги живлення

$f, \Gamma_{II}$	$S, \text{cm}^2$	$n, \text{шт}$	$h, \text{м}$	$U, \text{В}$	$E, \text{В/м}$	$K_0$	$Kfv$	$Kf$	$mO_3, \text{г}$	$Q_{O_3}, \text{м}^3/\text{ч}$	$t, \text{ч}$	$V_{O_3}, \text{м}^3$	$L_{O_3}, \text{м}$	$V, \text{м/с}$	$Q_{O_3}, \text{г/ч}$
50	137,2	51	0,0007	1000	1428571	0,1	0,00777	44,758	271,5	800	1	0,002311	0,115	11,058	5,17
				2000	2857143		0,0193								12,88
				3000	4285714		0,0309								20,58
				4000	5714286		0,0425								28,28
				5000	7142857		0,0541								35,99
				6000	8571429		0,0656								43,69
				7000	10000000		0,0772								51,39
				8000	11428571		0,0888								59,10
				9000	12857143		0,1								66,80
				10000	14285714		0,112								74,50
				11000	15714286		0,123								82,21
				12000	17142857		0,135								89,91
				13000	18571429		0,147								97,61

Як видно з результатів, представлених в таблиці 3.7 при збільшенні напруги живлення, що впливає на напруженість електричного поля в «точках

розряду», також призводить до практично лінійному збільшенні продуктивності озонатора. Однак слід відмітити, що при напрузі вище 44000 В/мм відбувається електричний пробій, навіть високоякісного кварцового стекла. І це служить обмеженням в такому способі регулювання.

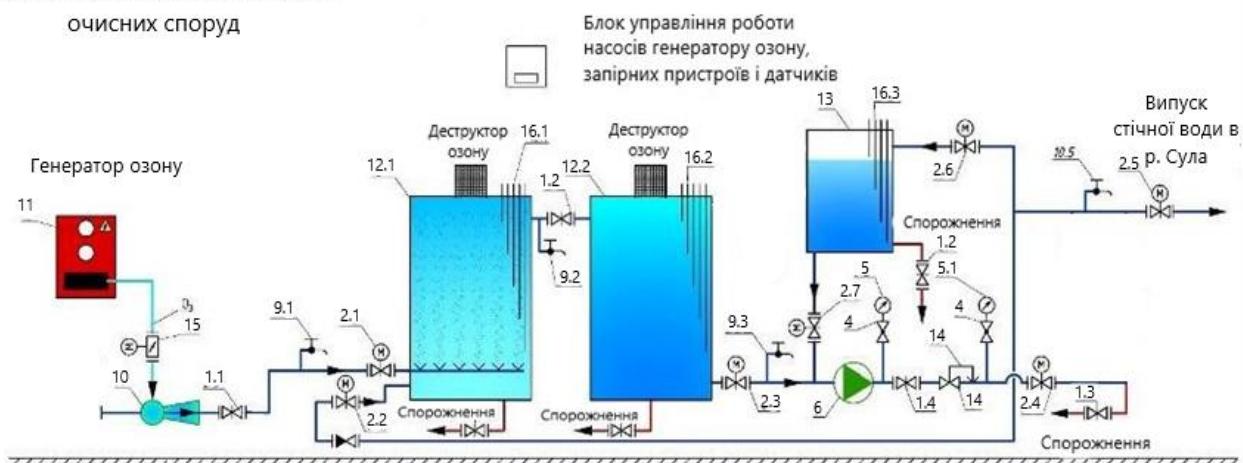
### 3.5 Автоматичне регулювання та контроль очищення

Обмежені можливості людського організму (стомлюваність, недостатня швидкість реакції на зміну навколишнього середовища й на величину кількості одночасно інформації, що надходить, суб'єктивність в оцінці ситуації і ін.) є перешкодою для подальшої інтенсифікації виробництва. Наступає новий етап машинного виробництва, коли людина звільняється від особистої участі у виробництві, а функції керування технологічними й виробничими процесами передаються автоматичним пристроям. Автоматизація призводить до поліпшення головних показників ефективності виробництва: збільшення кількості, поліпшення якості й зниження собівартості продукції, що виробляється.

Для нормальної роботи усього технологічного устаткування, мінімізації можливих людських помилок, контролю, реєстрації та регулювання технологічних параметрів розроблено схему автоматизації очистки води з озонуванням.

					<i>03-51.2403.44.19</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Принципова схема очистки воды з  
очисних споруд



Принципова схема очистки воды з  
очисних споруд

- |                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Задвижка з маховиком    | 10. Ежектор                      |
| 2. Задвижка з ел. приводом | 11. Озонатор                     |
| 3. Вантуз                  | 12. Контактна ємність            |
| 4. Кульковий кран          | 13. Бак промивної води           |
| 5. Манометр                | 14. Регулятор тиску "після себе" |
| 6. Фільтр                  | 15. Дисковий затвор              |
| 7. Витратомір              | 16. Датчики рівня                |
| 8. Зворотній клапан        |                                  |
| 9. Кран відбору проб       |                                  |

Рисунок 3.7 – Схема очистки воды з очисних споруд

До води з очисних споруд додається озон з концентрацією 100 мг/л. Озон виробляється в компресійному генераторі озону типу ОК-10000 і поступає в ежектор через всмоктуючий порт. Для того щоб виключити потрапляння води в озонатор, порт обладнаний зворотнім клапаном. Витрати, що надходять на очистку води вимірюються та фіксуються витратоміром. Щоб виключити потрапляння води назад на трубопроводі встановлений зворотній клапан (8). Після ежектору насичена озоном вода в контактні ємності (12.1 і 12.2) в яких проходить реакція окиснення озоном забруднень які знаходяться у воді. Повітря з залишками озону, що не прореагував у вигляді бульбашок піднімається вгору і виходить в атмосферу через деструктор озону на якому озон розкладається до кисню.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ОЗ-51.2403.44.19

Арк.

62

Контактні ємності обладнанні датчиками рівня води, сигнал від яких закриває задвижку подачі води (2.1) в контактну ємність (12.1) для виключення можливості проливу води. Вода, що пройшла під залишковим напором скидається в річку Сула. Для контролю якості води на кожному етапі передбачені крани відбору проб (9).

З метою визначення оптимального тиску, передбачена установка регулятора тиску (14). Контактні ємності (12) і бак промивної води оснащені переливом з гідравлічним затвором для виключення можливості потрапляння озону в атмосферу.

Вода послідовно проходить через відкритий клапан з приводом, зміщується в ежекторі (10) з озоном і надходить у нижню частину контактної ємності (12.1). З контактної ємності (12.1) вода під гідростатичним напором через верх по трубопроводу з встановленим на ньому краном (1.2), перетікає в контактну ємність (12.2). Насос забирає з нижньої частини ємності (12.2) воду і перекачує її. Вода, пройшовши очищення, скидається у відкрите водоймище. Так само вода подається в бак промивної води. У ньому так само розташовані датчики рівня води по команді яких перекривається клапан з приводом (2.6).

В процесі промивки устаткування, не повинен вимикатися озонатор, тому що постійне включення і виключення озонатора приводить до неякісного очищення води і нестабільної роботи озонатора. Виходячи з цього, не повинна припинятися і подача води з очисних споруд в контактні ємності (12.1 і 12.2) під час зворотного промивання. Таким чином, перед початком зворотної промивки в контактній ємності (12.2) повинен залишатися вільний обсяг, щоб під час промивання вода могла надходити в ємність (12.2).

Сигнал про необхідність промивання надходить при збільшенні гідравлічного опору. Цей сигнал знімається з електроконтактних манометрів (5 і 5.1). При цьому, за 15 хвилин перед початком промивання подача води зі очисних споруд повинна зменшитися на 40% для того, щоб забезпечити

					03-51.2403.44.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

вільний обсяг в контактній ємності (12.2). Під час промивання закриваються клапани з приводом (3.3, 3,4, 3,5 і 3,6). Відкривається клапан (2.6) розташований на баку промивної води і переключастся триходовий клапан з приводом (2.7), для подачі води на промивку і відкривається клапан з приводом (1.2) для відводу промивної води. Після проведення промивки всі клапани повертаються в робоче положення.

До переваг даної системи можна віднести:

- компактні розміри для розміщення практично в будь-яких приміщеннях;
- висока якість очищення в порівнянні з традиційними схемами і технологіями очистки;
- в процесі очистки не використовуються хімічні речовини;
- вода на виході з системи очищення стає насичена киснем, що дуже корисно для здоров'я людини і його самопочуття;
- низький рівень споживання електроенергії;
- низькі експлуатаційні витрати;
- автоматизоване управління (мінімальна кількість обслуговуючого персоналу).

### Висновки до розділу 3

1. Визначено основні функції застосування озону на очисних станціях, також визначено впливи даного окисника на різні забруднюючі речовини, які знаходяться у воді. Виконано порівняльну характеристику окисників, що застосовуються на даних очисних спорудах.

2. Вказано види озонаторів, які існують, їх переваги та недоліки. Визначено, які типи озонаторів будуть застосовуватися, на даному підприємстві, а також описана їх конструкція та принцип роботи. Проведені

					<i>03-51.2403.44.19</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



розрахунки залежності факторів, які впливають на продуктивність вибраної установки, а також визначені обмеження потужності застосування.

3. Повністю описана схема очистки води з очисних споруд з застосуванням вибраного типу озонатору, вказані всі елементи, які беруть участь в даній схемі. Покроково вказано технологію зворотного промивання системи. Перераховані головні переваги вибраної технології очистки стічних вод даною технологією.

					<i>03-51.2403.44.19</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		65

## 4 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ОЧИСНОГО ОБЛАДНАННЯ

На сьогоднішній час є досить актуальним питання очищення води чи то для господарських потреб, чи з точки зору екології. Завданням даного дипломного проекту є вдосконалення очисних споруд на КП «Лубни-водоканал» шляхом впровадження в знезаражувальний цех озонаторних установок і мінімізація використання хлорувального методу знезараження води.

Потреба у процесі очищення води на водоканалі однозначна, якісне очищення забезпечить довготривалу роботу апаратури, а саме: зменшить корозійний вплив, утворення накипу, покращить бактеріальний стан та загальні характеристики води, що використовуються. Раціонально організована водопідготовка економить паливо і подовжує термін служби устаткування.

### 4.1 Витрати на хлорування

Єдиним підприємством на всій території України, яке виробляє рідкий хлор є «Дніпроазот». Рідкий хлор необхідний для того, щоб знезаражувати і дезінфікувати воду, тому його активно використовують українські водоканали. Він являє собою рідину бурштинового кольору.

					<i>03-51.2403.55.19</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Закотенко Є.А.</i>				<i>Еколого-економічне обґрунтування ефективності модернізації очисного обладнання</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Дичко А.О.</i>						66	6
<i>Реценз.</i>	<i>Козлов С.С.</i>					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІЕЕ, гр. 03-51</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Репін М.В.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Ткачук К.К.</i>							

Таблиця 4.1 – Фізико-хімічні показники рідкого хлору

	Вищий сорт	Перший сорт
Об'ємна частка хлору, %, не менше	99,8	99,6
Масова частка води, %, не більше	0,01	0,04
Масова частка трьоххлористого азоту, %, не більше	0,002	0,004
Масова частка нелетучого залишку, %, не більше	0,015	0,1

В липні минулого року «Дніпроазот» збільшив ціну на рідкий хлор майже в п'ять разів. Причиною такого підвищення цін, є занадто високі ціни на газ, які зробили роботу даної компанії збитковою. Так ціна на хлор була 11000 гривень, а тепер стала 47250 гривень з ПДВ за тонну. [15]

Згідно з вимогами ДСанПіН 2.2.4-171-10 за фізико-хімічними та мікробіологічними показниками, за вмістом діоксиду хлору у воді повинно не перевищувати 0,10-0,17 мг/дм<sup>3</sup> та хлоритів менше 0,2 мг/дм<sup>3</sup>. Тобто в сумі виходить, що для знезаражування води необхідно близько 0,35 мг/дм<sup>3</sup>. Фактичний обсяг стічних вод на КП «Лубни-водоканал» в одній з двох очисних споруд становить 2050м<sup>3</sup>/добу. В 1м<sup>3</sup> води, 1000дм<sup>3</sup> води або 1000 літрів. [16]

Тоді кількість використовуваного для знезараження води рідкого хлору на добу необхідно:

$$0,35 \cdot 1000 \cdot 2050 = 717500 \text{ мг.}$$

Отже, рідкого хлору на добу необхідно 717500 мг або 0,72 кг (в 1 кг – 1000000 мг)

$$0,72 \cdot 365 = 262,8 \text{ кг/рік.}$$

					03-51.2403.44.19	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді вартість використовуваного хлору на рік становить:

$$(47250/1000) \cdot 262,8 = 12417,3 \text{ грн/рік.}$$

Так, як це вартість хлору лише на одній очисній споруді, то загальна вартість використовуваного хлору на рік становить:

$$12417,3 \cdot 2 = 24834,6 \text{ грн/рік.}$$

#### 4.2 Вартість озонаторних установок

Вартість озонаторної установки ОК-10000 з усіма її прилеглими деталями становить 120 тис. грн., так як нам необхідно дві такі озонаторні установки на кожну з очисних споруд, то вартість становитиме 240 тис. грн., але також нам необхідні резервні установки на випадок надзвичайних ситуацій. Озонатор

ОК-5000, який володіє наполовину слабшими характеристиками коштує 60 тис. грн., але також даних установок необхідно дві, тому загальна вартість всіх придбаних озонаторів становитиме:

$$120+120+60+60 = 360 \text{ тис. грн}$$

Окупність придбаних установок здійсниться за рахунок заміщення використання рідкого хлору. Отже загальна вартість використовуваного рідкого хлору на рік при введенні в експлуатацію даних озонаторних установок буде:

$$\Delta D = 24834,6 \text{ грн/рік}$$

Споживна потужність озонаторних установок становить загалом 200кВт·год, загальний час використання на добу 12 годин, (з 23-ї до 7-ї години, загалом 8 годин, коли діє нічний тариф, а також в звичайний тариф з

					<i>ОЗ-51.2403.44.19</i>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(12-ї до 16-ї) загалом 4 години, вартість за 100 кВт·год в нічний період для промислових підприємств становить 0,6 грн. А в денний період 1,3 грн. [17]

Споживна потужність ОК-10000 на добу становить 50,3 кВт, отже електроспоживання на годину становить  $50,3/24=2,1$  кВт·год. Враховуючи, що таких установок у нас дві, то вартість споживання на добу буде коштувати:

$$2 \cdot (8 \cdot 2,1 \cdot 0,6 + 4 \cdot 2,1 \cdot 1,3) = 42 \text{ гривні на добу}$$

В рік це буде становити:

$$42 \cdot 365 = 15330 \text{ грн на рік}$$

Розмір чистого економічного ефекту, формула:

$$E = (Y_{\text{пр}} + \Delta D) - (C + E_n \cdot K)$$

$$E = (0 + 24834,6) - (15330 + 0,15 \cdot 360000) = 24834,6 - 69330 = -44495,4 \text{ грн/рік,}$$

де  $E$  – розмір економічного ефекту;

$Y_{\text{пр}}$  – результат природоохоронних заходів;

$\Delta D$  – додатковий дохід;

$E_n$  – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень,  $E_n = 0,15$ ;

$C$  – витрати за рік;

$K$  – вартість установок.

#### 4.3 Економічна окупність від модернізації очисних систем

При повноцінному хлоруванні необхідно було 9 людей персоналу для обслуговування знезараження даним методом. Середня зарплата на КП «Лубни-водоканал» становить 7 тисяч гривень.

					03-51.2403.44.19	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Але за умовами оплати праці працівників на основі єдиної тарифної сітки, які затверджені наказом Кабінету Міністрів України від 18.10.2015 №745, передбачена доплата працівникам за використання в роботі дезінфікувальних засобів – у розмірі 10 відсотків. [18]

Тобто загальна середня сума зарплати одного працівника становить 7700 гривень. При впровадженні озонаторних установок, хлорувальний цех зменшить свою продуктивність в 10 разів, отже і потреба в половині персоналу також не потрібна. З 9 працівників 5 можна скоротити, причиною такого великого скорочення персоналу є те, що дані озонаторні установки повністю автоматизовані, і їх обслуговуванні необхідно 1-2 людини. Звідси економіка, за рахунок скорочення персоналу, становить:

$$5 \cdot 7700 = 38500 \text{ гривень на місяць}$$

Виходячи з цього можна розрахувати, через скільки років придбані озонаторні установки окупляться:

$$360000 / (24834,61 + 38500) = 5,7 \text{ років}$$

Це розрахована окупність установок без чистого економічного ефекту, загальна сума чистого економічного ефекту за ці роки становитиме:

$$46978,9 \cdot 5,7 = 267779,73 \text{ грн.}$$

Загальний термін окупності становитиме:

$$(360000 + 267779,73) / (24834,61 + 38500) = 8,6 \text{ років}$$

					03-51.2403.44.19	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки до розділу 4

Отже, при придбанні всіх чотирьох установок повна окупність загальної вартості відбудеться через 8,6 років. Даний результат задовільний, зважаючи на те, що термін експлуатації даних озонаторних установок становить близько 40 років.

					03-51.2403.44.19	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Розглянувши технологічну схему відділення можна прийти до висновку, що на виробництві використовуються шкідливі й небезпечні виробничі фактори, до складу яких входять: агресивні та токсичні речовини, пожежонебезпечні матеріали та речовини, електроенергія, механічна, теплова енергії, енергія стисненого газу та хімічних реакцій.

При проектуванні виробництва прийняті проектні рішення, які відповідають вимогам охорони праці та пожежної профілактики.

Зробивши висновки щодо шкідливості та небезпечності виробництва, вжиті відповідні заходи для створення у виробничих приміщеннях оптимальних умов праці та щодо пожежної безпеки.

### 5.1 Шкідливі виробничі чинники на водоканалі

Шкідливими виробничими чинниками є:

- підвищений рівень шуму на робочих місцях (допустимий не більше 80 дБ);
- підвищений рівень вібрації на робочих місцях;
- підвищена концентрація шкідливих речовин;
- недостатня освітленість робочого місця.

Небезпечними виробничими факторами є:

- частини комплексу (пісковловлювачі та його бункери, двох'ярусний відстійник, біофільтри, вторинні відстійники);

Джерелом виникнення шкідливого виробничого чинника є:

					<b>03-51.2403.44.19</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Закотенко С.А.</i>			<b>ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
К. розділу		<i>Козлов С.С.</i>					72	8
Керівник		<i>Дичко А.О.</i>				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		
Н. Контр.		<i>Репін М.В.</i>						
Затверд.		<i>Ткачук К.К.</i>						







Для швидкого звільнення потрібно відключити установку від джерела електроенергії рубильником. Якщо швидко відключити струм неможливо, то рекомендується відірвати потерпілого від проводу за допомогою сухого одягу, гуми, сухого цівка. Якщо потерпілий знаходиться в безпеці в несвідомому стані його необхідно покласти, розстебнути одяг, забезпечити приплив свіжого повітря, надати першу медичну допомогу, негайно викликати лікаря. *Забороняється* проводити які-небудь роботи по огляду, ремонту й обслуговуванню електроприводів щита і комплексу без відключення силових трансформаторів від високовольтної мережі. Обслуговуючий персонал повинний дотримувати ПУЕ, ПТЕ, ПТБ при експлуатації електроустановок споживачів.

### 5.3 Шум та вібрація

У цеху водопідготовки основними джерелами шуму є мішалки, освітлювач, насос та озонатор. Джерелом шуму також є електроприводи обладнання. Шум створює також матеріали (кварцовий пісок), що завантажуються у фільтри. Згідно ДСН 3.3.6.037 - 99 допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях дорівнює  $L_n = 80$  дБА. Також в цеху підготовки сировинної суміші існують джерела, що викликають вібрацію. До них відносять габаритне устаткування і його вузли, які обертаються з великою швидкістю. Для боротьби із шумом передбачаються наступні заходи: відведені спеціальні звукоізолюючі кабінки; внутрішні поверхні, облицьовані матеріалами, які поглинають шум.

Створюються мал шумні механічні передачі, розроблено способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторах. Щодо вібрації – мінімалізовано контакт працівників з віброоб'єктами шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосування захисного огороження.

										Арк.
										75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

03-51.2403.44.19

Для зменшення вібрації використовується віброізоляція, шляхом застосування пружинних і гумових прокладок, спеціальних підкладок під устаткування.[21]

#### 5.4 Освітлення

Освітлення виконане відповідно до норм на очисних спорудах (не менше 50 люкс). Вся освітлювальна мережа підрозділяється на групи. Кожна група живиться своїм кабелем від трансформатора. Живлення силових і освітлювальних споживачів здійснюється від пускачів, установлених на механізованому комплексі. Проводка по металоконструкціях здійснюється кабелями марки КРПТН і АББШВ у кабельному колекторі і металорукавах. Захист кабелів і електроустаткування від довгострокового перевантаження виконується тепловим реле, від струмів короткого замикання - автоматичними вимикачами. [22]

Для освітлення очисної споруди №1 площею 0,5км<sup>2</sup> використовується 150 світильників типу СЗВ-60.

Освітлення очисної споруди №2 площею 0,4км<sup>2</sup> проводиться за допомогою 120 світильників типу СЗВ-60.

#### 5.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Головними видами аварій на водоканалі можуть бути:

- пожежа;
- вибух озону;
- витік хлору;

Для запобігання вибуху озону використовується вентиляція, електричне обладнання виконується з певним рівнем та видом

					03-51.2403.44.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76





Черговий;  
Пожежна команда;  
Головний інженер організації в якій відбулася аварія;  
Начальник організації;  
Начальник дільниці на якій виникла аварія;  
Головний механік;  
Механік дільниці;  
Головних інженерів і начальників дільниць підрядних організацій, що виконують роботи на об'єктах;  
Головний інженер (об'єднання);  
Головний інженер по охороні праці;  
Місцеві органи держтехнагляду;  
Технічна інспекція праці профспілок;  
Швидка допомога.

#### Висновки до розділу 5

1. До небезпечного обладнання у відділенні можна віднести: апарати під тиском, електричної та механічної дії.
2. При проектуванні виробництва прийняті проектні рішення, які відповідають вимогам праці та пожежної профілактики.
3. Зробивши висновки, щодо шкідливості та небезпечності виробництва, вжиті відповідні заходи для створення у виробничих приміщеннях оптимальних умов праці та щодо пожежної безпеки.

					03-51.2403.44.19	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





8. Проаналізовано умови праці робітника під час обслуговування технологічного устаткування, мікроклімат середовища, вплив негативних факторів та освітлення. Розглянуті протипожежні заходи на підприємстві.

					03-51.2403.44.19	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81





# Вдосконалення очисних споруд на КП «Лубни-водоканал»

Виконав: студ. 4-го курсу, гр. ОЗ-51

Закотенко Є.А.

Керівник: проф. д. т. н., Дичко А.О.

					03-51.2403.44.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Пілляс	Дата	ДОДАТОК А	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Закотенко Є.А.						
Перевір.		Дичко А.О.					84	8
Реценз.						КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО, ІЕЕ, 03-51		
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.						

## ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЕКТУ

**Мета проекту** – модернізація систем очищення стічних вод на підприємстві КП «Лубни-водоканал», шляхом впровадження озонаторних установок на кінцевому етапі очистки, для підвищення ефективності очищення та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

**Об’єкт дослідження** – технологічний процес очищення стічних вод на підприємстві КП «Лубни-водоканал».

**Предмет дослідження** – показники забруднюючих речовин підприємства КП «Лубни-водоканал» та впровадження модернізації системи очищення стічної води.

				03-51.2403.44.19				
Змі	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	Архів
Розроб.		Закотенко Є.А.					85	
Перевір.		Личко А.О.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.				КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО, ІЕЕ, 03-51		

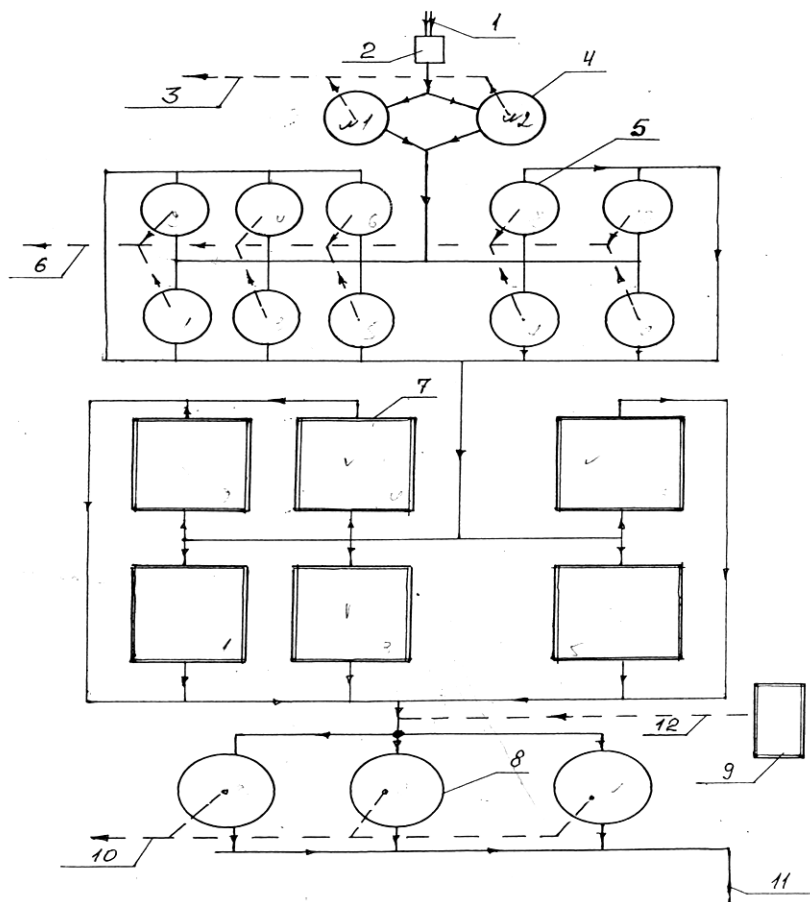
# КП «Лубни-водоканал»



1 – територія водоканалу; 2 –  
промислова зона; 3 – річка Сула.  
Картографічне розташування  
підприємства

				03-51.2403.44.19				
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата	ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	Архівів
Розроб.		Закотенко Є.А.					86	
Перевір.		Дичко А.О.						
Реценз.								
Затверд.		Ткачук К.К.						
Н. Контр.								КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО, ІЕЕ, 03-51

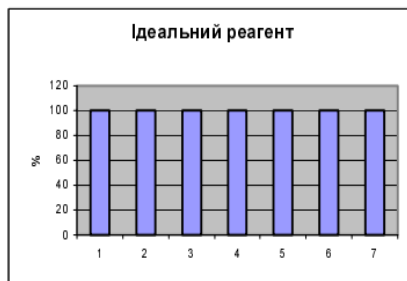
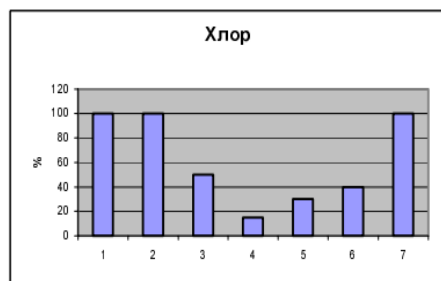
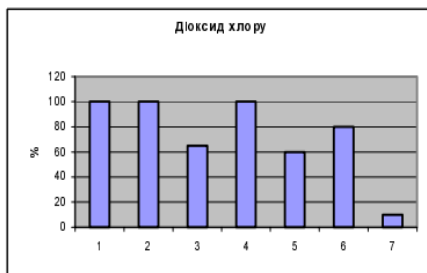
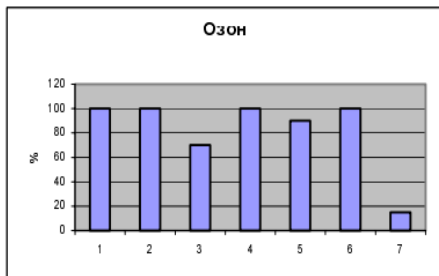
## Схема очисних споруд №2 КП «Лубни-водоканал»



1 - напірний водопровід від КНС; 2 - вхідна камера; 3 - трубопровід осаду піскові площадки; 4 - пісколовки; 5 - первинні відстійники (освітлювачі - перегнивачі); 6 - трубопровід осаду на мулові площадки; 7 - крапельні біофільтри; 8 - вторинні відстійники; 9 - хлораторна; 10 - трубопровід осаду на мулові площадки; 11 - випуск очищеної стічної води в річку Сулу.

				03-51.2403.48.19			
Змі.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Закотенко Є.А.			ПРОДОВЖЕННЯ	Літ.	Арк.	Арк.внів
Перевір.	Личко А.О.			ДОДАТКУ А	87		
Реценз.				КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО, ІЕЕ,			
Н. Контр.				03-51			
Ватверд.	Ткачук К. К.						

## Порівняльна характеристика забезпечення якості очищення води



1 – бактерії; 2 – віруси; 3 –  
патогенні сполуки; 4 –  
тригалометани; 5 – смак та  
колір; 6 – залізо та марганець;  
7 – аміак.

				03-51.2403.48.19				
Змі.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Закотенко Є.А.				ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	Архівів
Перевір.	Личко А.О.						88	
Реценз.						КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО, ІЕЕ, 03-51		
Н. Контр.								
Затверд.	Ткачук К. К.							



Принципова схема очистки воды з очисних споруд



Принципова схема очистки воды з очисних споруд

- |                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Задвижка з маховиком    | 10. Ежектор                      |
| 2. Задвижка з ел. приводом | 11. Озонатор                     |
| 3. Вантуз                  | 12. Контактна ємність            |
| 4. Кульковий кран          | 13. Бак промивної води           |
| 5. Манометр                | 14. Регулятор тиску "після себе" |
| 6. Фільтр                  | 15. Дисковий затвор              |
| 7. Витратомір              | 16. Датчики рівня                |
| 8. Зворотній клапан        |                                  |
| 9. Кран відбору проб       |                                  |

				03-51.2403.44.19			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Закотенко Є.А.			ПРОДОВЖЕННЯ	Літ.	Арк.	Архівів
Перевір.	Личко А.О.			ДОДАТКУ А		89	
Реценз.				КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО, ІЕЕ,			
Н. Контр.							
Затверд.	Ткачук К. К.						03-51

## Технічні характеристики вибраних установок:

Кисневі озонатори	Продуктивність г. озону/годин	Вихідна концентрація г/м <sup>3</sup>	Споживна потужність, кВт/витрата кисню м <sup>3</sup> на добу	Розміри установки, мм	Мережа, V 50 Hz	Вага, кг
ОК-5000	5000	100	25,2/50	2000*2000*500	380	180
ОК-10000	10000	100	50,3/100	2000*2500*500	380	480

				03-51.2403.44.19			
Змін	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Закотенко Є.А.				ПРОДОВЖЕННЯ		Літ.
Перевір.	Личко А.О.				ДОДАТКУ А		Арк.
Реценз.							Арк.
Н. Контр.							90
Затверд.	Ткачук К. К.						КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО, ІЕЕ, 03-51

# ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

Сума, яка витрачалась за покупку рідкого хлору: 24834,6 грн/рік.

Сума всіх озонаторних установок 360 тис. грн.

Вартість споживної електроенергії озонаторів: 15330 грн.

Економія за рахунок скорочення персоналу: 38500 грн.

Розмір чистого економічного ефекту:  $E = 24834,6 - 69330 = -44495,4$   
грн/рік,

Термін окупності:  $T_{ок} = (C + E_n \cdot K)/E = 8,6$  років.

				03-51.2403.44.19				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	
Розроб.		Закотенко Є.А.					91	Архівів
Перевір.		Дичко А.О.						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Ткачук К. К.				КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО, ІЕЕ, 03-51		

# ВИСНОВКИ

Отже, в результаті проведеного дипломного проекту була досягнута мета модернізація систем очищення стічних вод на підприємстві КП «Лубни-водоканал», шляхом впровадження озонаторних установок та були вирішені наступні задачі:

- Встановлено застарілість існуючої системи на кінцевому етапі очищення стічних вод на підприємстві.
- Запропоновано вдосконалення системи очищення стічних вод за допомогою методу озонування.
- Економія за рахунок відмови від рідкого хлору та зменшення обслуговуючого персоналу становитиме 63334,6 грн/рік. Термін окупності запропонованих в проекті рішень 8,6 років.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	03-51.2403.44.19			
Розроб.		Закотенко Є.А.			ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ А	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Личко А.О.					92	
Реценз.						КПІ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО, ІЕЕ,		
Н. Контр.						03-51		
Ватверд.		Ткачук К. К.						

