

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра охорони праці і навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

Технологія захисту навколишнього середовища при експлуатації  
промислового об'єкту

Собченко Андрій Леонідович

Київ 2022 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра охорони праці і навколишнього середовища

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. \_\_\_\_\_

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2022 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Технологія захисту навколишнього середовища при експлуатації  
промислового об'єкту

Виконала студентка групи ТЗНС-41  
Спеціальність: 183 «Технології захисту  
навколишнього середовища»  
Собченко Андрій Леонідович  
Керівники: к.т.н., доц. Кравченко М.В.

Київ 2022 р

## КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: охорони праці і навколишнього середовища

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. \_\_\_\_\_

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2022 року

### З А В Д А Н Н Я ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Собченко Андрій Леонідович (прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: Технологія захисту навколишнього середовища при експлуатації промислового об'єкту  
затверджена наказом ректора КНУБА № \_\_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року
2. Керівник роботи: к.т.н., доц. Кравченко М.В  
( прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання студентом роботи до захисту: \_\_\_\_\_
4. Зміст пояснювальної записки за розділами: Загальні відомості про підприємство. Місцезнаходження підприємства. Кліматична характеристика району розміщення підприємства. Інженерне забезпечення підприємства. Загальні характеристика про основні цеха підприємства. Вплив технологічних процесів на навколишнє середовище. Опис джерел забруднення. Удосконалення системи очистки стічних вод. Технологія очищення промислових стоків. Механічні методи очищення. Іонне знесолення води. Хімічні методи очищення. Біологічні методи очищення. Характеристика очисного обладнання. Дезінфекція стічних вод. Ступені очищення стічних вод. Фізико-хімічні методи очищення стічних вод із застосуванням коагулянтів. Методи контролю стану очищення стічних вод. Охорона праці. Безпека і експлуатація електромеханічного обладнання. Опис обладнання. Електрозахисні засоби. Умови праці обслуговуючого персоналу. Розміщення обладнання. Мікроклімат. Пожежна безпека.

Причини пожежі. Засоби пожежогасіння. Висновки. Список використаної літератури

5. Графічний матеріал; розділи та графічні матеріали: рисунки та таблиці

6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;  
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Загальна відомості про підприємство	Березень
Вплив технологічних процесів на навколишнє середовище	Квітень
Удосконалення системи очистки стічних вод	Квітень
Охорона праці.	Травень
Висновки	Червень
Список використаної літератури	Червень
Остаточне оформлення роботи	Червень
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	Червень
Попередній захист роботи на кафедрі	Червень

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 1.	Загальна відомості про підприємство		
Розділ 2.	Вплив технологічних процесів на навколишнє середовище		
Розділ 3.	Удосконалення системи очистки стічних вод		
Розділ 4.	Охорона праці		

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Ткаченко Т.М.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Кравченко М.В

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Собченко А. Л.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Технологія захисту наколишнього середовища при експлуатації промислового об'єкта»: 65 с., 12 рисунків., 8 таблиць, 36 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: дослідження впливу інтенсивності забруднення стічних вод целюлозно-паперового підприємства від виробництва паперу (картону).

Предмет дослідження: показники інтенсивності забруднення стічних вод.

Мета роботи: дослідити методи дослідження забруднення об'єктів довкілля з використанням статистичних даних та удосконалити вже існуючої системи очистки стічних вод.

Методи дослідження: аналіз літературних даних, аналіз досліджуваної території, дешифрування космічних зображень середньої та високої просторової розрізненності, узагальнення науково-теоретичних і дослідних даних.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВА, ПРОМИСЛОВІСТЬ, МАКУЛАТУРА, ВІДБЛЮВАЮТНИЙ ЦЕХ, МАРГАНЕЦЬ, ЗНЕЗАЛІЗУВАЧ, ЗАБРУДНЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ДОВКІЛЛЯ, ТРАНСПОРТНІ ШЛЯХИ.

## ABSTRACT

Explanatory note to the diploma work "Technology of environmental protection in the operation of an industrial facility": 65 pages, 12 figures, 8 tables, 36 literary sources.

Object of research: study of the impact of the intensity of wastewater pollution of the pulp and paper enterprise from the production of paper (cardboard).

Subject of research: indicators of sewage pollution intensity.

Aim of the work: to investigate the methods of research of pollution of objects of the environment with the use of statistical data and to improve the already existing sewage treatment system.

Research methods: analysis of literary data, analysis of the studied territory, deciphering of space images of medium and high space.

**KEY WORDS:** PULP AND PAPER, INDUSTRY, PAPERWEAR, BLEACHING SHOP, MANGANESE, ZEROZYLANUCHANCH,

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО.....	9
1.1. Місцезнаходження підприємства.....	9
1.2. Кліматична характеристика району розміщення підприємства.....	11
1.3. Інженерне забезпечення підприємства.....	13
1.4. Загальні характеристика про основні цеха підприємства.....	22
Висновок до розділу I.....	24
РОЗДІЛ II ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА НАВКОЛИШНЕ СЕРЕДОВИЩЕ.....	25
2.1. Опис джерел забруднення.....	29
Висновки до розділу II.....	32
РОЗДІЛ III УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД.....	33
3.1. Технологія очищення промислових стоків.....	33
3.1.1. Механічні методи очищення.....	34
3.1.2. Іонне знесолення води.....	35

3.1.3	Хімічні	методи	
очищення.....			38
3.1.4	Біологічні	методи	
очищення.....			39
3.2	Характеристика	очисного	
обладнання.....			41
3.2.1. Дезінфекція стічних вод.....			42
3.3.	Ступені	очищення	стічних
вод.....			43
3.4. Фізико-хімічні методи очищення стічних вод із застосуванням коагулянтів.....			47
3.5. Методи контролю стану очищення стічних вод.....			52
Висновки до розділу III.....			55
РОЗДІЛ	IV	ОХОРОНА	
ПРАЦІ.....			56
4.1.	Безпека	і	експлуатація
обладнання.....			електромеханічного
			56
4.1.1			Опис
обладнання.....			56
4.1.2			Електрозахисні
засоби.....			56
4.2	Умови	праці	обслуговуючого
персоналу.....			57
4.2.1 Розміщення обладнання.....			57
4.2.2			
Мікроклімат.....			58
4.3			Пожежна
безпека.....			61

4.3.1	Причини
пожежі.....	61
4.3.2 Засоби пожежогасіння.....	61
ВИСНОВОК.....	63
СПИСОК	ВИКОРИСТАНИХ
ДЖЕРЕЛ.....	64

### Перелік абривіатур

АПС – антиоксидантно-прооксидантна система

БСК – біохімічне споживання кисню

ГДК – гранично допустима концентрація

ДБН – державні будівельні норми

ДК – допустима концентрація

ДСН – державні санітарні норми

ДТПА – діетилентріамінпентаоцетова кислота

ЄС – Європейський Союз

ІЕ – індекс екологічної небезпеки

КОС – каналізаційні очисні споруди

КТ – коефіцієнт токсичності

ЛОС – локальні очисні споруди

МКОС – мережа каналізаційних очисних споруд

ОБРВ – орієнтовано-безпечні рівні впливу

ПАР – поверхнево-активні речовини

ПКПФ – Україна – Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна

Сан ПиН – санітарні правила і норми

СНД – Співдружність Незалежних Держав

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

ХСК – хімічне споживання кисню

## ВСТУП

Целюлозно-паперова промисловість належить до провідних галузей народного господарства, оскільки Україна має величезними лісосировинними ресурсами. Крім того велика потреба в продукції цієї галузі, як в Україні, так і за кордоном, і це визначає великий обсяг продукції, що випускається.

Целюлозна-паперова промисловість бере свій початок в нашій державі починаючи з 16 ст. З кожним роком попит на продукцію збільшується. Продукцією целюлозно-паперової промисловості є різні види волокнистих напівфабрикатів (в т.ч. сульфітна та сульфатна целюлоза), папір, картон та вироби з них. Побічні продукти галузі: кормові дріжджі, каніфоль, скипидар, жирні кислоти та ін. Аби не закупати продукцію в європейських країнах, Україна повинна збільшити обсяги виробництва.

З іншого боку, що більше галузь, то сильніший її вплив на довкілля. І дійсно, за впливом на навколишнє середовище ця галузь залишається однією з проблемних за величиною токсичних викидів в атмосферу та скидів у воду.

Не варто забувати про те, що окрім вирубки лісу деревообробка є забруднювачем довкілля. А саме, викиди в атмосферу, скиди у гідросферу та педосферу. Актуальність даної дипломної роботи і полягає у висвітленні питань екологічного забруднення навколишнього середовища деревообробною галуззю та методів, що використовуються на виробництві для зменшення шкідливого впливу.

Також у даній роботі описується проблема утилізації відходів та переробки макулатури у целюлозно-паперовій промисловості, яка залишається актуальною й досі [6].

Метою даної дипломної роботи є оцінка забруднення атмосфери підприємствами лісової, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості.

У дипломній роботі було поставлено такі завдання:

1. Розглянути виробничо-технологічні основи лісової, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості;
2. Дослідження забруднюючих речовин;
3. Вивчити вплив галузі на природне середовище;
4. Охарактеризувати заходи щодо захисту навколишнього середовища на підприємстві та дати оцінку їх ефективності.

Об'єктом дослідження є процес забруднення є процес забруднення стічних вод целюлозно-паперового підприємства від виробництва паперу (картону).

Предмет дослідження— показники забруднення стічних вод целюлознопаперової фабрики.

Практичною цінністю є вибір сучасного обладнання для очищення стічних вод та їх комбінація, що дозволить зменшити кількість скидів шкідливих речовин у водний об'єкт.

Економічна ефективність: запропонована схема є екологічно та економічно доцільною.

## РОЗДІЛ І ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО.

### 1.1. Місцезнаходження підприємства.

Юридична назва організації: ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» (ПКПФ – Україна) – підприємство спеціалізується на виробництві целюлозно-паперових промисловості.



Рисунок 1.1 – ТОВ «ПКПФ - Україна», вид зі супутника

Установа знаходиться за адресою: 30511 Хмельницька область, Полонський район, смт. Понінка, вул. Перемоги 34.

Влучне географічне розташування Понінківської картонно-паперової фабрики допомагає охопити Західний та Центральний регіони країни, тому що розташоване безпосередньо в близькості до Києва та майже на однаковій відстані від 5 обласних центрів. Понінківська картонно-паперова фабрика – це саме з найдревніших в Україні папероробних підприємств. Вона була започаткована у 1787 році в с. Понінка на річці Хомора як паперова

мануфактура. Підприємницька діяльність фабрики почала свій початок з установки першої паперообробної машини в 1858 р. [1].

Установа виробляє картон для плоских шарів, папір для гофрування, папір білий, папір обгортковий та гофропродукцію. З кожним днем якість виробництва покращується, не менш важливе зовнішнє оформлення яке кожного разу поліпшується, а також пакування та маркування.

Підприємство зареєстровано як учасник зовнішньо-економічної діяльності, тому є постійний партнером в експорті целюлозно-паперових виробів у країни Європейського Союзу (ЄС) та країни СНД, занесена в Реєстр Торгово Промислової Палати України як один із надійних партнерів в межах та поза межами країни.

Найновітніше устаткування та сучасні технології дають можливість нам, покупцям, щороку мільйони пар різноманітних високоякісної продукції.

Протягом останніх десятиріч було проведено вагоме оновлення усього технічного забезпечення. Виробництво фабрики було оснащено сучасною технікою: папероробні машини, плосковисічні станки, мінілайн, мідлайн, обв'язні машини виробництва Італії, Німеччини, Англії, Китаю, Болгарії, Молдавії в тому числі автоматичними листоукладчиками з комп'ютерним управлінням, системою видалення обрізу. Це дає змогу виробляти якісну продукцію, яка може скласти конкуренцію європейським виробникам.

На ТОВ.«ПКПФ – Україна» застосовують вдосконалені інтегровані системи які дозволяють керувати якістю продукції, довкіллям та безпекою продукції згідно з міжнародними стандартами ISO 9001, ISO 14001, FSSC 22000.

ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» згідно регламенту по випуску продукції, виробництво працює тільки з деревиною яка є легально вирубленою деревиною. Гарантією є добровільна міжнародна сертифікація по системі Forest Stewardship Council® (Лісової Опікунської Ради).

На «ПКПФ – Україна» немає своїх пунктів (постів) спостережень, тому скиди забруднюючих речовин в атмосферу перевіряє екологічна інспекція. Перевіряються кількісні показники, дотримання ГДК. Також саніпідемстанція проводить заміри скидів раз в рік (4 – 300 км від джерела забруднення). Всі ці організації, які проводять спостереження за викидами, виконують моніторингові дослідження, які базуються на ГДК за Сан ПиН №4630-88 [2].

#### 1.2. Кліматична характеристика району розміщення підприємства.

Кліматична характеристика району розташування ТОВ «ПКПФ – Україна» підготовлена за даними спостережень метеорологічної станції Хмельницький.

Таблиця 1.1 – Середньомісячна та річна температура повітря, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	РІК
7,0	-5,6	-0,3	8	15	20	22	24	14	9	2	-3	7

В середньому найспекотніший місяць – це липень, температура повітря складає близько +24°C, а найхолоднішим місяцем вважають січень, адже середня температура складає -7,0°C.

Таблиця 1.2 – Абсолютний мінімум температури повітря, С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	РІК
-34,9	-34,5	-27,0	10,9	-3,5	0,9	5,1	0,2	-3,9	-5,9	-25,0	-30,5	34,9
1950	1929	1964	1944	1900	1950	1904	1966	1977	1912	1965	1997	1950

Опади на протязі року розділені нерівномірно. Близько 65 % припадає на теплі сезони – починають з квітня до жовтню, навіть в холодну пору спортірегається помірність в опадах близько 35%

Таблиця 1.4 – Середньомісячна та річна швидкість вітру, м/с.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	РІК

4,7	4,8	4,7	4,3	3,7	3,4	3,3	3,2	3,6	4,0	4,8	4,7	4,1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Найменші кількість опадів (50 – 100 мм) припадає на осінньо-весняний період з листопада по березень. Починаю з середини весни, а саме з квітня кількість опадів значно збільшується. Починаючи з даного місяця змінюється сам характер опадів, починають помірно переважати короточасні значні крапельні дощі.

Швидкість вітру дорівнює 10 – 11 м/с; коефіцієнт, залежний від стратифікації атмосфери дорівнює 180; коефіцієнт рельєфу місцевості дорівнює 1. Річні суми опадів складають 400 – 700 мм. Кожного року сума опадів може відрізнятись, але коефіцієнт певною мірою залишається сталим. Найбільші річні суми досягають 850-950 мм і в дватри рази перевищують опади найбільш сухих років, коли випадає лише 200-400 мм [3].

Джерелом для водопостачання на підприємстві ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» є річка Хомора. Кожного року паперовою фабрикою використовується 5,6 млн м<sup>3</sup> чистої води (або 20 тис. м<sup>3</sup>/добу).

Таблиця 1.5 – Повторюваність напрямку вітру та штилю, %

Місяць	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
I	6,8	6,4	9,9	15,1	13,0	14,4	19,5	14,9	7,4
II	8,4	8,7	11,7	18,8	13,4	10,0	15,1	13,9	7,8
III	6,0	8,4	12,5	18,0	17,6	11,9	14,0	11,6	8,4
IV	12,0	10,9	11,2	14,2	12,8	8,3	14,2	16,4	9,0
V	14,2	10,7	12,4	14,1	15,3	6,8	10,8	15,7	12,8
VI	12,7	9,3	7,4	10,3	8,9	8,1	19,2	24,1	15,1
VII	11,9	7,9	5,5	6,7	7,7	9,4	24,7	26,2	14,6
VIII	14,0	8,9	7,6	9,8	7,6	8,2	19,5	24,4	18,0
IX	8,2	6,8	6,5	11,2	10,9	11,4	25,8	19,2	15,0

X	5,8	4,7	6,8	13,5	16,6	15,8	20,8	16,0	10,7
XI	5,0	3,8	7,3	16,4	16,2	17,5	21,0	12,8	7,7
XII	6,6	5,7	5,1	14,5	14,2	15,9	22,1	15,9	5,9
РІК	9,3	7,7	8,7	13,5	12,8	11,5	18,9	17,6	11,0

ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика - Україна» можна віднести до IV класу фабрики по небезпечності. Відповідно до санітарної класифікацією підприємства розміри санітарно-захисних зон до границь житлової забудови становить 100 м.

### 1.3. Інженерне забезпечення підприємства

Макулатура – це сировинна база для виробництва товару. Макулатура – це вторинна сировина, тобто іншими словами це паперові вироби, які були вживані, а також включає в себе різні промислові відходи від їх переробки.

Вона може бути повномасштабним замінником хороших волокнистих напівфабрикатів під час виробництва картону та паперу.

Фабрики та заводи з переробки макулатури собіварствують значно дешевше у 3-4 рази, а можливо і більше, вони значно менше забруднюють довкілля, а ніж установи які виробляють різноманітні напівфабрикати.

Макулатура дозволяє значно зекономити саму деревину 3,0-4,5 м<sup>3</sup> деревини або майже 15 дорослих дерев на 1 тонну паперу. Макулатура не тільки краща в економічному співвідношенні, але і в екологічному, тому що її використання допомагає зберегти вирубки близько 5 млн. дерев [4].

Макулатуру переробляють на для виготовлення картону та паперу гофрокартону та гофротари типу МС-1А1, МС- 1А2, МС-2А1, МС-2А2, МС – 3А, МС -4А, МС – 5Б1, МС – 5Б2, МС – 5Б3, МС - 6Б1, МС – 6Б2, МС – 6Б3, МС – 7Б1, МС – 7Б2, МС - 9В [1].

«ПКПФ – Україна» використовує воду для виварювання та відбілювання деревини, промивки та на побутові потреби.

Картонно-паперова фабрика використовує певні установки, які

дозволяють самостійно очищувати стічні води на передочисних спорудах від різноматніх елементів, які будуть приносити шкоду навколишньому середовищу - сульфати, хлориди, нафтопродукти, феноли, формальдегіди, марганець, фурфурол, диметилсульфіди, диметилдисульфід, вода стає м'якшою, а потім вода скидається в місцеву річку Хомора.

Проаналізувавши звітний рік виробництва можна зробити висновки, що було вироблено вироблено понад 84 000 тон паперу, майже 102 000 метрів квадратних гофропродукції.

Загальне споживання сировини на 1 т целюлози:

- деревини – 5-6 куб.
- води – 350 м<sup>3</sup> ;
- електроенергії – 2000 кВт/год.

Характеристика продукції підприємства.

На чому спеціалізується підприємство? На виробництві целюлозно-паперової продукції.

Фабрика виробляє різноматніт вироби з паперу: папір для гофрування, папір білий, картон для плоских шарів гофрокартону, картон тарний та папір обгортковий марки «Е», гофроящик із різних сортів макулатури. Папір виготовляється в рулонах кольору натурального волокна, або може мати забарвлення взірця – еталона.

Фабрика складається з 6 цехів, які самостійно функціонують, а також 10 допоміжних, а також має енергетичну станцію, що повністю забезпечує беззупинний технологічних процес.

Алгоритм технологічного процесу виробництва паперу (картону) (рис. 1.3) складається:

- приготування паперової маси, що складається з операції по масному помелу волокон, проклеюванню, наповненню і відбілюванню маси;
- акумулювання паперової маси;
- розбавлення маси водою до необхідної концентрації;

- очищення від сторонніх включень, вузликів;
- виготовлення паперу (картону) на папероробній (картоноробній) машині (рис. 1.4) - відлив паперового (картонного) листа, його пресування, сушки, обробку і намотування в рулони [5].

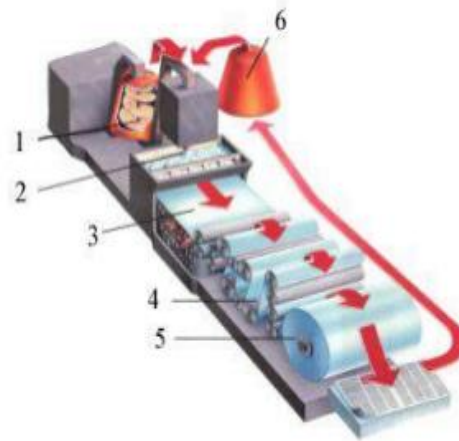


Рисунок 1.3 – Схема технологічного процесу виробництва паперу (картону).

Папір отримують з целюлози, за допомогою целюлозних волокон. Сухі волокнисті напівфабрикати попередньо в гідророзбивачах розпускають водою. Після цього в регуляторах композиції їх змішують в певному співвідношенні. Потім переходять до операції по масному помелу волокон.

В залежності від якісного і кількісного складу паперу можуть відбуватися технологічні операції

від якості паперу відбуваються наступні технологічні операції виробництва паперу: паперова маса йде або на виготовлення паперу, або на такі процеси як введення проклеювальної речовини, барвників, наповнювачів. На сьогоднішній день виробництво целюлозно-паперових виробів опирається на подрібнюванні деревини та кип'ятінні паперової маси з різними хімічними розчинами (наприклад гідроксидом натрію). В результаті хімічних реакцій виділяється чиста целюлоза. Целюлозна маса потребує очищення від домішок, просування конвеєром через гарячі валки, за для висушування та пресування в готову паперову продукцію (рис. 1.4)



1 – розщеплення пульпи на волокна; 2 - відбілювання пульпи; 3 – осаджування пульпи; 4 – сушіння та пресування целюлози в аркуші паперу; 5 – готовий папір; 6 – пульпа з макулатури

Рисунок 1.5 – Технологічні процеси виготовлення паперу

Одержати папір можна за допомогою таких основних хімічних процесів:

- сульфатний (крафт процес);
- сульфітний;
- напівхімічний;
- содовий.

Під час крафт-процесу в сульфатній варильній рідині вариться деревна тріска при високій температурі та тиску (рис. 1.6). Сульфатна варильна рідина – водний розчин сульфїду натрію  $\text{Na}_2\text{S}$  та гідроксиду натрію  $\text{NaOH}$ , що розчиняє лігнін деревини. Після варіння пульпу відфільтровують та декілька разів промивають водою від варильної рідини.

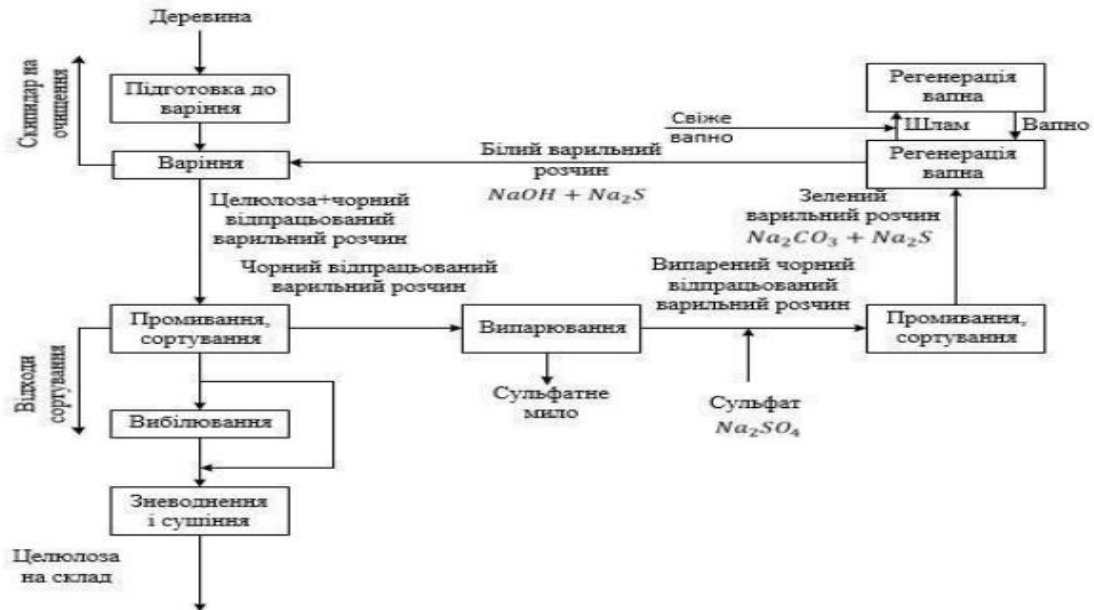


Рисунок 1.6 – Принципова схема виробництва сульфатної целюлози.

У котлах періодичної дії проходить процес сульфатного варіння при температурі  $140^{\circ}$  та при тиску 1,2 МПа.

Сульфатний і сульфітний процеси схожі між собою, але певні відмінності під час сульфітного варіння деревини використовують сіль сірчистої кислоти та сульфідний лужний розчин.

Застосування макулатури як сировину базу потребує включення додаткових технологічних циклів на підприємстві [6].



Рисунок 1.7 – Технологічний процес переробки макулатури

Процес переробки макулатури включає в себе такі стадії (рис. 1.7):

- розпуск;
- попереднє сортування;
- флотація;
- очищення від важких включень;
- диспергування.

Макулатуру розпускають гідророзчинником високої концентрації з добавками хімікатів  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaSiO}_3$ , ДТПА (діетілентріамінпентаоцетова кислота), жирних кислот, також присутні  $\text{NH}$  і  $\text{OH}$ .

При переробці на формувальних тканинах і пресових частинах випадає осадок полімерні компоненти, але також багато хімікатів утворюється при змиванні друкарської фарби такі як: мінеральні речовини (глина, тальк, діоксид титану); каніфолі, жирні кислоти і їх похідні; полімерні матеріали; вуглеводневі масла; волокна і неідентифіковані матеріали.

Відходи при переробці макулатури становлять 16 % сухих речовин, з них 50 % горючі речовини. Зола і відходи процесу змивання друкарської фарби містять важкі метали. А при спалюванні відходів переробки макулатури виділяються хлорорганічні речовини, що також надають несприятливий вплив на навколишнє середовище [7].

Деревна пульпа має таку особливість як вбирання вологи. Для того щоб зменшити вбирання води та чорнил, папір проходить процес проклеювання.

Використовують такі види проклеювальних речовин:

- каніфоль, стеарати, парафін, силікони, воски – надають гідрофобність;
- тваринний клей, казеїн, латекси, крохмаль – підсилюють гідрофобність та надають міцність;
- водамін, карбамідо- та меламінформальдегідні смоли – забезпечують вологостійкість.

Цей процес відбувається за допомогою 2 способів.

Спосіб № 1: введення проклеювальних речовин у паперову масу перед виготовленням паперу. За допомогою цього способу клейкі речовини рівномірно розподіляються по товщі паперу.

Спосіб № 2: нанесення проклеювальних речовин вже на готову продукцію. Клей розподіляють по всій поверхні паперу, при цьому середина залишається непроклеєною. Цей спосіб потребує додаткового обладнання, хоча вважається більш економічним, так як менше застосовується клею [8].

Наповнення паперової маси проводиться для змінення деяких властивостей паперу. Наповнювач підвищує білість паперу, збільшує його непрозорість, гладкість, зменшує лінійну деформацію, покращує друкарські властивості паперу, робить папір більш економічним. Але високий вміст наповнювача знижує механічні властивості, ступінь проклеювання, збільшує пилоутворення.

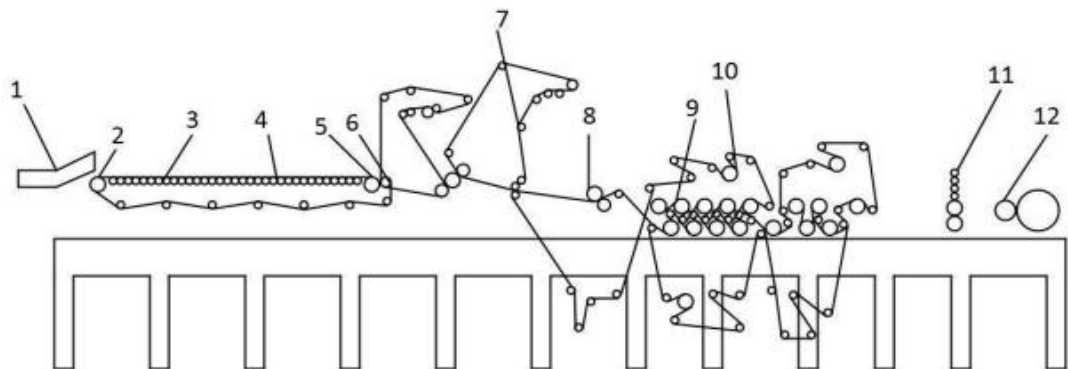
В якості наповнювачів використовують такі речовини: тальк, каолін, сульфат барію, синтетичні алюмосилікати і пігменти, крейду, діоксид титану. Ці наповнювачі мають високий коефіцієнт заломлення променів світла, високу білизну, є однорідними і дрібнодисперсними, хімічно інертними, нерозчинними у воді [9].

Небілену целюлозу після очищення від лігніну піддають відбілюванню. Процес відбілювання - проміжний процес між процесами виготовлення целюлози та паперу. Відбілювання здійснюється в декілька етапів послідовною дією. До диспергованої у воді целюлозної маси додають різні окисники: газоподібний хлор; хлорну воду; гіпохлориди; оксиди хлору; перекис водню; кисень у лужному середовищі.

Хлор та його сполуки є сильними окислювачами, які використовують за їх окислювальну здатність в процесах відбілювання. Окислювальна здатність хлору та його з'єднань спостерігається на реакціях гідролізу з утворенням кисневмісних продуктів гідролізу та дисоціації їх на іони; кисень отримують при розкладанні кисневмісних іонів хлору, який в момент виділення надає окисну дію.

Процес відбілювання проходить впродовж 30-60 хвилин. Після цього світлозабарвленна кислота нейтралізується карбонатом натрію. Далі продукт висушують [6].

Папероробна машина – це така установка яка складається з сіткової, пресової та сушильної частин ( рис. 1.8).



1 – напірний ящик; 2 – грудний вал; 3 – гідропланка; 4 – вологий відсмоктувачий ящик; 5 – відсмоктувачий гауч-вал; 6 – пересасуючий пристрій; 7 – відсмоктувачий пресовий вал; 8 – гранітний вал; 9 – пресовий вал з регулюючим прогином; 10 – сушильний циліндр; 11 – вали циліндра з регулюючим прогином; 12 – циліндр накату

Рисунок 1.8 – Папероробна машина Б-15

Сіткова частина призначена для сформування і зневоднення паперу, складається з напірного ящика і сіткового стола. Напірний ящик призначений для безперервного руху маси на сітку. Сітковий стіл – горизонтальна площа, утворена основним елементом - сіткою, натягнутою між грудним валом та гаучвалом. Сітка – приводний ремінь валів сіткового столу папероробної машини, а також канвеєрна стрічка для паперового полотна. На ній відбувається формування паперового полотна за рахунок створення режиму зневоднення паперової маси.

Папероробна машина працює зі швидкістю 350 м/хв, тому для створення сітки використовують синтетичні нитки, які сприяють підвищенню утримання волокна та наповнювача.

Переплетення конструкції сітки буває: одношарове, двошарове, тришарове, SSB-структура, ультратонкі багатошарові.

Одношарове – тканинне полотно з ниток основи, орієнтованих в повздовжному напрямі поперечного руху сітки. Використовуються на машинах для виготовлення пакувального виду картону та паперу. Двошарове – має систему повздовжніх та декілька систем поперечних ниток, транспортують функції із збереженням водопропускної здатності. Через підвищене утримання дрібного волокна та наповнювача погіршує умови зневоднення полотна, що ускладнює промивку сітки.

Тришарове – дві незалежні сітки, пов'язанні між собою зв'язкою третьої системи ниток. Більш жорстка структура ниток, тому що знос зв'язує нитки, що призводить до звуження сітки при проходженні сполучного

коливання на сітковому столі, з часом призводить до погіршення якості паперу.

SSB-структура – складається з двох шарів нитки основи та трьох шарів повздовжніх ниток, має високу зносостійкість, створює кращі умови формувань за достатнього ступеня зневоднення, відсутнє маркування полотна при рівномірному розташуванні та невеликій площі осередків по всій поверхні сітки.

Ультратонке багатошарове – створенні з більш міцних полімерних матеріалів з малим отвором з боку, що примикає до паперового полотна, має основу для підтримки паперового полотна, що створює кращі умови формувань при достатньому ступені зневоднення, також відсутнє маркування полотна внаслідок невеликої площі осередків, що рівномірно розташовані по поверхні сітки.

Пресова частина – частина папероробної машини, що слугує для подальшого механічного зневоднення полотна паперу після сіткового столу. Процес пресування відбувається у пресувальній частині папероробної машини та складається з декількох пресів. Верхній прес – гранітний, нижній – металевий, вкритий гумовим шаром. Зневоднений папір, з вологістю 18-20 %, спрямовують у пресову частину, де відбувається його ущільнення. Пресування дозволяє зменшити пористість паперу та поліпшити фізико-механічні властивості.

Остаточне зневоднення паперу та доведення до встановлених стандартами вологості проходить під час процесу сушіння. Цей процес відбувається в сушильній частині папероробної машини. Сушильна частина складається з сушильних циліндрів, розташованих в два яруси в шаховому порядку. Сушильний циліндр – порожнистий сталевий циліндр діаметром 1500 або 1800 мм, що нагрівається зсередини парою. Циліндри розраховані на робочий тиск 0,35 МПа. Число циліндрів залежить від виду паперу, що

виробляється, і швидкості робочого органу машини. Температура висушування впливає на властивості паперу.

Процес висушування проводять такими способами: контактним та конвекційним. При контактному способі висушування теплота від нагрітої поверхні сушильних циліндрів передається вологому паперу. В сушильні циліндри подають гарячу пару, що допомагає досягти температури не вище 180°, аби не перегріти папір.

При конвекційному способі висушування папір висушують нагрітим повітрям.

Після висушування полотно паперу (картону) має температуру 70 – 90°C, при якій не можна змотувати полотно у рулон. Адже ця температура ще довго буде зберігатися, що призводить до погіршення якості паперу через термічну деструкцію рослинних волокон [8].

Для усунення термічної деструкції полотно картону після процесу сушіння проходить процес остаточного охолодження на двох холодильних циліндрах до температури 25 – 45°C. Процес охолодження проходить наступним чином: циліндри охолоджують з середини проточною водою, що дозволяє зволожитися картону на 1 – 2 % завдяки конденсату, що утворюється на поверхні циліндру [9].

Виробництво паперу практично безвідходне, нестандартну продукцію переробляють на папір. Також використання вторинної сировини дозволяє зменшувати кількість відходів. Воду для виробництва також можна використовувати повторно для технічних процесів, після очищення від шкідливих речовин на очисних спорудах.

#### 1.4. Загальні характеристики про основні цеха підприємства.

Сировинна база використовує макулатуру. Макулатура являє собою вторинну сировину, тобто вживані папір та картон, а також промислові відходи від їх переробки. Вона є повноцінним заміником свіжих волокнистих напівфабрикатів під час виробництва картону та паперу.

Підприємства з переробки макулатури коштують у 2-3 рази дешевше і менше забруднюють довкілля, ніж підприємства з виробництва напівфабрикатів із рослинної сировини. Використання макулатури дозволяє економити 3,0-4,5 м<sup>3</sup> деревини або майже 15 дорослих дерев на одну тонну паперу. Завдяки використанню в якості сировини макулатури, вдається уникнути вирубки понад 5 млн. дерев [4].



Рисунок 1.2 – Збір макулатури – основного замітника целюлози

Макулатура переробляється для виготовлення паперу та картону, гофрокартону та гофротари типу МС-1А1, МС- 1А2, МС-2А1, МС-2А2, МС – 3А, МС -4А, МС – 5Б1, МС – 5Б2, МС – 5Б3, МС - 6Б1, МС – 6Б2, МС – 6Б3, МС – 7Б1, МС – 7Б2, МС - 9В [1].

«ПКПФ – Україна» використовує воду для виварювання та відбілювання деревини, промивки та на побутові потреби.

Картонно-паперова фабрика самостійно очищує стічні води на передочисних спорудах від сульфатів, хлоридів, нафтопродуктів, фенолів, формальдегідів, марганцю, фурфуролу, диметилсульфіду,

диметилдисульфіду, вода пом'якшується, а потім вода скидається в місцеву річку Хомора.

За фактом звітного року вироблено понад 84 000 тон паперу, майже 102 000 метрів квадратних гофропродукції.

Загальне споживання сировини на 1 т целюлози:

- деревини – 5-6 куб.;
- води – 350 м<sup>3</sup> ;
- електроенергії – 2000 кВт/год.

Висновки до розділу I.

1. Проаналізовано діяльність підприємства ТОВ «Понінківська картоннопаперова фабрика – Україна».
2. Встановлено, що для виготовлення продукції, підприємство використовує вторинну сировину – макулатуру.
3. Розглянута технологічна схема виробництва картону (паперу).

## РОЗДІЛ II ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА НАВКОЛИШНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

### 2.1 Опис джерел забруднення

Підприємства целюлозно-паперової промисловості впливають на стан поверхневих вод, адже є однією з найбільш водоспоживних галузей народного господарства. Щорічне споживання води від загального водокористування складає близько 4,5 – 5 % ( біля 1,7 – 2,1 млрд. м<sup>3</sup> свіжої води). Майже всі технологічні процеси виробництва потребують використання свіжої води. По впливу на навколишнє середовище ця промисловість залишається однією з проблемних за величиною токсичних скидів в воду (табл. 2.1) і екологічної небезпеки для природного середовища (табл. 2.2).

Таблиця 2.1 – Угруповання галузей промисловості за коефіцієнтом токсичності скидів в воду

Галузі промисловості	Коефіцієнт токсичності скидів у воду	Оцінка токсичності Скидів
Мікробіологічна; Хімічна; Нафтохімічна; Целюлозно-паперова	KT2 > 5.1	Особливо токсичні Скиди
Кольорова металургія; Чорна металургія	KT2 = 2,1 - 5,0	Дуже токсичні скиди

Харчова; Паливна; Теплоенергетична	KT2 = 1,1 – 2,1	Токсичні скиди
Машинобудування і металообробка; Легка; Будматеріали	KT2 = 0,5 – 1,0	Менш токсичні Скиди

Крім хімічного забруднення водою відбувається теплове забруднення води. Це відбувається внаслідок використання великих обсягів води протягом технологічного процесу, а також використання води в теплообмінниках і конденсаторах для охолодження, після чого нагріта вода потрапляє зі стоком в гідросферу[10].

Таблиця 2.2 – Класифікація галузей промисловості за екологічної небезпеки для природного середовища

Галузі промисловості	Індекс екологічної небезпеки, розрахований по відношенню до валової продукції	Оцінка токсичності скидів
Кольорова металургія; Мікробіологічна	IE > 10,1	Особливо небезпечні
Хімічна; Нафтохімічна; Чорна металургія; Теплоенергетика	IE = 5,1 – 10,0	Дуже небезпечні
Лісова; Деревообробна; Целюлозно-паперова; Паливна	IE = 1,1 – 5,0	Небезпечні
Промисловість будматеріалів; Харчова промисловість; Машинобудування і металообробка; Легка промисловість	IE = 0,05 – 1,0	Менш небезпечні

Фізико-хімічний склад стічних вод залежить від продукції, що випускається. Стічні води містять волокна целюлози, папери, наповнювачі,

барвники, латекси, емульсії, клейкі речовини та ін. Вони різного кольору, з високим вмістом завислих і органічних речовин, специфічним запахом. У технологічному відношенні розрізняють кислотний (сульфітний) та лужний (сульфатний) способи одержання целюлози. Сульфатний спосіб забезпечує можливість отримання целюлози не тільки з хвойних, але і листяних порід. Характерною особливістю стічних вод, що утворюються при сульфатному способі одержання целюлози, є високий вміст різноманітних речовин: 33% - неорганічних (натрію сульфат, карбонат та хлорид, вільні луги) та 67% - органічних (у тому числі: оксикислоти та лактони - 33%, феноли, смоляні та жирні кислоти - 23,65%, лігнін – 35,7%, мурашина кислота – 1%, оцтова кислота – 0,7%). Стічні води сульфат-целюлозного виробництва містять 10% неорганічних та 90% органічних речовин. Серед неорганічних речовин найбільш поширені лігнінсульфонові кислоти (48,4%), моносахариди (30,4%), полісахариди та продукти розпаду Сахаров (15,8%), смоли, білки (2,9%), оцтова кислота (2, 5%).

Джерелами органічних речовин у стічних водах целюлозно-паперових, картонних комбінатів є розведені луги, а також продукти деструкції целюлози, що утворюються під час її відбілювання та переробки. Ці речовини належать до різних класів хімічних сполук: аліфатичні та терпенові вуглеводи, ароматичні вуглеводи фенольного ряду та ін. Залежно від складу забруднень на підприємствах целюлозно-паперової промисловості виділяють лужні потоки стічних вод, що містять переважно: кору, луги, волокна, зола, речовини з неприємним запахом. Крім того, утворюються умовно чисті, а також поверхневі стічні води з території підприємства.

При випуску 3 млн. т/рік целюлози утворюється 3,5 млн. т/рік відпрацьованих лугів в перерахунку на суху речовину. З них біля 2 млн. т/рік можна утилізувати у вигляді спиртів. А інші сухі речовини відпрацьованих лугів скидається на очисні споруди. При процесі відбілювання целюлози використовують хлор, або його похідні (оксид хлору, хлориди, гіпохлориди).

При делігніфікації деревини фенольновмісні фрагменти лігніну взаємодіють з хлорними реагентами, утворюючи діоксини та фурани, що є високотоксичними екотоксикантами [11].

Основна проблема галузі експлуатування старих технологій та обладнання системи очистки. Під час обробки целюлозної та паперової маси, промивання целюлози, вилучення шламів утворюються забрудненні стічні води.

Стоки можуть мати кислу, нейтральну або лужну реакцію, що в будь-якому випадку пов'язано зі зміною природного рН водоймищ (табл. 2.3).

Промислові води після відбілювального цеху мають жовте забарвлення, смолистий запах, перманганатну окисність 160 – 240 мг O<sub>2</sub> д/м<sup>3</sup>, вміст замулених речовин 800 – 1000 мг д/м<sup>3</sup>, з них 70 – 90 % органічні речовини, БСК5 10 – 30 мг O<sub>2</sub> дм<sup>3</sup>.

Стічні води цього цеху мають лужний характер, збагачені хлором, ртуттю, їх сполуками та органічними речовинами. Стік цеху відбілювання - лужні води з розчиненим хлором та органічними сполуками. Ці сполуки є токсичними, тому потребують ретельного очищення [10].

До складу стічних вод входять: розчинена органіка, мінеральні речовини (SO<sub>4</sub>, SO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, NaCl) (табл. 2.4).

Основні потоки [11]:

- лужні стічні води варильного цеху;
- стічні води відбілювального цеху;
- конденсати варильного цеху.

Таблиця 2.3 – Характеристика стоків целюлозно-паперової промисловості

Вид виробництва	Кількість стічних вод на тонну продукції, м <sup>3</sup>	Середовище
Сульфітна небілена	130 – 160	Кисле

Целюлоза		
Сульфатна відбілена Целюлоза	400 – 500	Нейтрально-лужне
Картон	30 – 60	Нейтральне
Папір	50 – 70	Слабокисле
Сульфатна небілена целюлоза	100 – 150	Лужне

Таблиця 2.4 – Характеристика стічних вод целюлозного виробництва

Цехи	Норма водовідведення, м <sup>3</sup> /т целюлози	Завислі речовини, г /дм <sup>3</sup>	pH	Сухий залишок, мг/дм <sup>3</sup>
Варильний	30	450	9,5 – 10,5	2000 – 45000
Відбілювальний	35	30	2,0 – 8,0	6000
Сушильний	15	180	9,0	500 – 1500

## 2.2 Аналіз впливу джерел забруднення на навколишнє середовище

Від стічних вод ТОВ «Понінківської картонно-паперової фабрики – «Україна» річка Хомора стала жовтого кольору і речовини осіли на водоростях. Антропогенний вплив цієї фабрики призводить до загибелі риб та ракоподібних [12].

Якщо вода у водоймі використовується для питних потреб населення, має рибогосподарське значення, то при скиданні стічних вод нормується якість води водойми в місці водокористування після їх змішування, врахування розведення водою водойми від місця скидання до водозбору, або межі рибогосподарських угідь.

Нижче місця спуску промислових вод целюлозно-паперового підприємства у пункті найближчого водокористування регламентується якість води у водоймі:

- не повинна мати запахів і присмаків більше 2 балів;
- знаходження рН води в межах 6,5 – 8,5;

- м'ясо риб не повинне мати від води запахів та присмаків;
- вміст змулених речовин не може перевищувати 0,25 – 0,75 мг д/м<sup>3</sup> ;
- в стовпчику води висотою 10 – 20 см не може бути виявлення забарвлення води;
- повне БСК не може перевищувати 3 – 6 мг О<sub>2</sub> д/м<sup>3</sup>;
- концентрація кисню не повинна бути меншою, ніж 4 – 6 мг О<sub>2</sub> дм<sup>3</sup> /.

В забруднених стічних водах підприємства наявні такі зважені речовини: формальдегіди, марганець, нафтопродукти, сульфати, хлориди, диметилсульфід, метанол, диметилдисульфід, фурфурол, метали, речовини метоксильних, карбоксильних та фенольних груп. Біля пункту водокористування ці речовини повинні бути відсутні у водоймі [13].

Одні з найнебезпечнішими є діоксини (рис. 2.1) та фурани.

Гранично допустима концентрація діоксинів та фуранів для дорослої людини становить  $320 \cdot 10^{-12}$  частин г/день. Така щоденна доза призводить до виникнення онкологічних захворювань. За загальною токсичністю екотоксиканти перевищують найсильніші отрути такі, як стрихнін, ціаністий натрій, діізопропілфторфосфат.

Норма забруднення питної води 20 пкг/л. Тобто, якщо людина вагою в 50 кг в день випиває 3 л води, то вона отримує 10% від добової норми діоксинів. Але якщо ця ж людина буде вживати нежирну рибу (з кількістю жиру не більше 5 %), кількість діоксину в якій 50 пкг/г, то 500 г такої риби у раціоні дасть 1250 пкг токсиканту, а це в двічі більше за добову норму. Риба з кількістю жиру 50%, легко біоаккумулюється з хлороорганічними екотоксикантами, тому більш високі рівні накопичення діоксину, що призводить до серйозних екотоксикологічних ефектів [11].

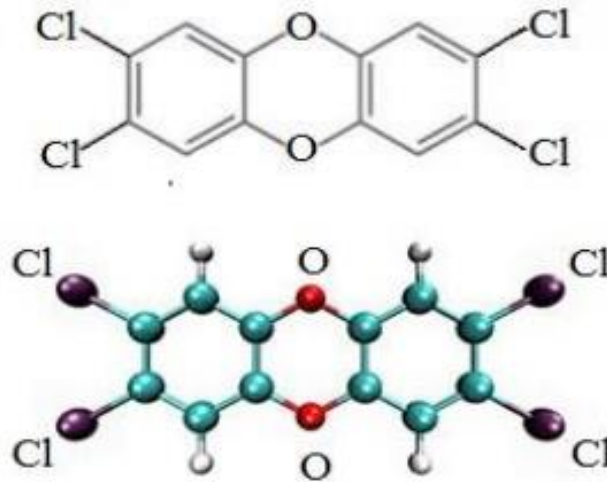


Рисунок 2.1 – Діоксин

Очисні споруди, що використовуються на паперовій фабриці побудовані ще в 1970-х роках. Їхнє номінальне навантаження передбачає щодоби проводити очистку біля 20000 м<sup>3</sup> стоків, на даний час реально використовується 10 – 15 %.

За даними гідрохіманалізу поверхневої води річки Хомора (табл. 2.5) є перевищення ГДК марганцю [14].

На табл. 2.5 показано перевищення вмісту у стічних водах такого металу, як марганець (II), у деяких створах, в 5 – 6 разів. Марганець вважають «відносно» нетоксичним, але його здатність легко змінювати ступінь окиснення і широкий спектр коливань вмісту у прісних водоймах викликають інтерес до вивчення його дії на гідробіонтів. Також марганець спричиняє токсичну дію на ссавців, це пов'язано зі специфічним його впливом на тіоли, які є похідними вуглеводнів, у молекулах яких один або декілька атомів гідрогену заміщені меркаптогрупою – SH (тіольною, сульфгідрильною). Тіоли, в яких меркаптогрупа сполучена з аліфатичним радикалом, називають тіоспиртами, з ароматичним — тіофенолами.

Таблиця 2.5 – Результати гідрохіманалізів поверхневої води в р. Хомора та р. Случ.

Назва створу	Дата відбору	Температура °С	Запах бал	Прозорість Бал	Розчин кисень Мг/лм <sup>3</sup>	рН	ХСК мг /дм <sup>3</sup>	БСК-5 мг/дм <sup>3</sup>	Залізо мг/дм <sup>3</sup>	Марганець мг/дм <sup>3</sup>
ГДК за Сан ПиН №4630-88			2	>20	>4	6,5- 8,5	15	2,26	0,3	0,1
Створ 1 р.Хомора, ліва притока р. Случ, 7 км від гирла, межа Житомирської та Хмельницької областей	19.04.2022	14	5	19	0,16	7,76	43,97	6,12	0,550	0,441
	26.04.2022	10	5	17	1,44	7,72	48,64	6,16	0,625	0,580
	11.05.2022	17	5	16	0,16	7,68	78,18	9,12	0,725	0,603
Створ 2 р. Хомора, 4 км від гирла, смт Першотравенськ	19.04.2022	15	5	17	1,04	7,29	62,28	8,16	0,850	0,580
	26.04.2022	10	5	15	2,64	7,68	56,32	7,44	0,658	0,650
	11.05.2018	17	5	13	1,04	7,67	80,88	9,44	0,725	0,510

Для виявлення універсальних та видових характеристик тілових сполук організму за дії іонів важких металів становило інтерес розглянути їх вплив на представників, що належать до одного біотопу, але різних за екологічними вимогами. Значення обраних для дослідження видів визначається тим, що коропа є промисловою рибою, а беззубка лебедина - одним з найпоширеніших на території України видів прісноводних двостулкових моллюсків, які можуть ефективно концентрувати метали – забруднювачі.

Прісноводні тварини мають здатність зв'язувати надлишок марганцю за широкого діапазону його концентрації у воді узгоджено із значною активацією антиоксидантних факторів організму. Надлишок металів в тканинах не акумулюється металотіонеїнами і викликає найзначніші ознаки токсичності. У печінці коропа за дії всіх доз іонів марганцю його вміст у термостабільних компонентах істотно зростає. Причому це відбувається навіть за умов його зменшення в тканині. Специфічною ознакою дії марганцю на тіоли у коропа

є значне збільшення вмісту білкових тіолів за незмінного вмісту небілкових тіолів.

Вплив марганцю на антиоксидантно-прооксидантної системи (АПС) у печінці коропа має антиоксидантну спрямованість, що відповідає найвищому вмісту вільної форми марганцю в тканині.

У беззубки дія іонів марганцю викликає істотні зміни показників АПС, хоча в цілому зміни показників АПС у тканинах беззубки збалансовані.

Марганець виявляє схильність до акумуляції в низькомолекулярних сполуках в обох організмів. Однак, тоді як у коропа він у великому діапазоні доз акумулюється в металотіонеїні і активує антистресові системи організму, то у беззубки він накопичується в небілковому розчині і пригнічує антиоксидантний захист [12].

Висновки до розділу II.

1. Проаналізовано джерела забруднення водойм від промислових вод підприємства.
2. Досліджено вплив ТОВ «Понінківської картонно-паперової фабрики «Україна» на навколишнє середовище.
2. Використовуючи одновимірну математичну модель трансформації й перенесення забруднюючих речовин, встановлено перевищення ГДК марганцю на відстані 10 км від місця скидання стічних вод більше ніж в 2,5 рази. Доведено необхідність встановлення очисного обладнання та прийняття науковообґрунтованих рішень, щодо подолання кризової екологічної ситуації в річках Хомора та Случ.

## РОЗДІЛ III УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД.

### 3.1 Технологія очищення промислових стоків.

Підприємство «ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна»» споживає як питну, і технічну воду від річки Хомора. Облік води, що забирається з міського водопроводу, здійснюється за електромагнітним витратоміром-лічильником З водоймища забирається 5,6 млн м<sup>3</sup>/рік чистої води ( або 20 тис м<sup>3</sup>/добу). Загальну норму водовідведення розкладають на різноманітні потреби зокрема на технічні таким чином [10]:

1. На деревнопідготовний цех 7 – 9,5 м<sup>3</sup>/т целюлози.
2. На варильний цех 30 м<sup>3</sup>/т целюлози.
3. На відбілювальний цех – 35 м<sup>3</sup>/т целюлози.
4. На сушильний цех 15 м<sup>3</sup>/т целюлози.
5. На питні та господарсько-побутові потреби – 130 м<sup>3</sup>/добу (130 л на людину)
6. На адміністративно-господарські потреби (полив території, миття транспорту) – 1 м<sup>3</sup>/добу.
7. На котельню (для підживлення котла) – 8 м<sup>3</sup>/добу.

Кількість стічних вод на підприємстві визначається за кількістю води, забраної з міського водопроводу (показ приладу РСМ - 05.03) та кількістю води, забраної з річки Хомора, за мінусом усіх втрат (технологічні - розведення клеїв, деяких ЛКМ, потреби гальванічного виробництва, часткове неповернення, заправка автомобілів та полив території підприємства). Джерелами стічних вод для підприємства є виробничі цехи, душові, столові, адміністративно-побутові приміщення.

Стоки з виробничих корпусів та з АБК надходять у каналізаційні мережі міської каналізації за трьома випусками (№ 1 та № 2 – самопливом, № 3 – за допомогою КНС).

Система очистки води закладена в проекті на основі рекомендацій галузевої лабораторії по очищенню промислових стоків підприємств целюлозно-паперової промисловості. Вимоги до якості промислових вод, що скидаються у водойми регулюються Законом України «Про охорону

навколишнього природного середовища» і регламентуються «Правилами охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» (табл. 3.1) [24] Технологічний процес з очищення промислових стічних вод підприємства передбачає такі щаблі очищення:

Таблиця 3.1 – Вимоги до якості промислових стоків.

Показники	ГДК	Фактичний скид
Запах, бал	2	5
Прозорість, бал	>20	17
pH	6,5 – 8,5	7,5
БСК5, мг/дм3	2,3	8,16
ХСК, мг/дм3	15	62,3
Залізо, мг/ дм	30,3	0,8
Марганець , мг/дм3	0,1	0,6

### 3.1.1. Механічні методи очищення.

Більш глибоке видалення завислих речовин із води досягається фільтруванням її через зернисте завантаження з інертних частинок невеликого розміру.

Фільтрування води через шар зернистого завантаження відбувається під дією різниці тисків на вході води в зернистий шар і на виході з нього, яка називається перепадом тисків на шарі DP:

$$DP = f(V, m, \text{декв}, N_{\text{повний}}),$$

де  $V$  – швидкість фільтрування;

$m$  – в'язкість води;

декв – еквівалентний діаметр фільтруючого завантаження;

$N_{\text{пов}}$  – висота фільтруючого шару.

При включенні механічних фільтрів працювати перші порції фільтрату скидаються в дренаж протягом 2 – 3 хвилин із витратою 50 – 70 м3 /год.

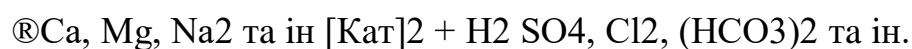
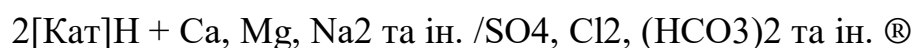
Закінчення фільтрації визначається зниження прозорості освітленої води менше 90% або досягнення перепаду тиску більше 0,1 МПа (1,0 кгс/см<sup>2</sup>). При досягненні параметрів виведення механічного фільтра з роботи, фільтр ставиться на відмивання, що розпушує. Відмивання закінчують, коли дві проби, відібрані з інтервалом 3-5 хвилин, не міститимуть видимої суспензії. При винесенні завантаження фільтр відключається і вводиться в ремонт.

### 3.1.2. Іонне знесолення води.

Іоніти - практично нерозчинні високомолекулярні речовини, здатні до реакцій іонного обміну.

Іонітне знесолення води – процес послідовного фільтрування оброблюваної води через шари катіоніту і аніоніту, під час якого катіони, що містяться в оброблюваній воді, обмінюються на катіон Н<sup>+</sup>, що міститься в катіоніті, а що містяться в оброблюваній воді аніони обмінюються на аніони ОН<sup>-</sup>, СО<sub>3</sub><sup>-</sup>, що містяться в аніоніті та утворюють з катіоном Н<sup>+</sup> воду або вільну вуглекислоту. Глибоке знесолення води передбачає два ступені Н-ОН-іонування води (двоступінчасте катіонування та двоступінчасте аніонування води з проміжною декарбонізацією).

Перша ступінь Н – катіонування служить заміни більшості катіонів, які у вихідній воді, на катіон Н<sup>+</sup>.



Закінчення фільтрування визначається за зниження кислотності фільтрату на 1,0 мг-екв/кг стосовно кислотності фільтрату у перші 2-3 години роботи. При досягненні параметрів виведення з роботи фільтр ставиться на розпушування освітленою водою, витрата води, що розпушує, повинна бути в інтервалі 45-55 м<sup>3</sup>/год.

Винесення робочих фракцій смоли має бути відсутнім. Час розпушування – 30-50 хвилин.

Регенерація Н - катіонітових фільтрів I ступеня здійснюється ступінчасто:

Перші 200 літрів H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> пропускають із концентрацією 1,5 %. Інші 100 літрів - з концентрацією 3%.

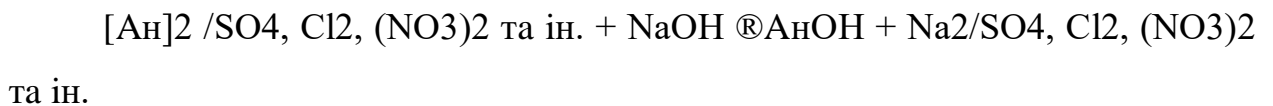


Після пропуску кислоти фільтр протягом 10-15 хвилин відмивають. Витрата на відмивання фільтра 60 м<sup>3</sup>/година. Катіоніт відмивається до наступних показників: жорсткість 0,1-0,2 мг-екв/кг; рН>3,5.

Аніонітні фільтри I ступеня завантажують слабоосновними аніонітами, які сорбують з Н – катіонованої води тільки аніони сильних кислот:



Критерієм відключення фільтра на регенерацію є збільшення залишкового вмісту хлоридів у пробі, відібраної після фільтра, до 3 мг/кг (проскок Cl – іона. При досягненні параметрів виведення аніонітного фільтра з роботи фільтр ставиться на розпушування. Витрата води на розпушування 40-45 м<sup>3</sup>/годину. Загальний час розпушування – 30-50 хвилин. Регенерація виснаженого аніоніту здійснюється 4% - ним розчином NaOH і відмиванням лужною водою від аніонітних фільтрів II ступеня:



Після закінчення регенерації продовжити промивання декарбонізованою водою протягом 30 хвилин. Критерій остаточного відмивання – зниження концентрації хлоридів менше 3 мг/кг.

На другому ступені Н - катіонування з обробленої води видаляється залишкова кількість катіонів, що пройшли Н - фільтр I ступені, в першу чергу найменш сорбируемый катіон Na.

Критерієм відключення фільтра є підвищення значення концентрації Na у фільтрі більше 100 мкг/кг. Після чого він ставиться на розпушування

водою після аніонітних фільтрів I ступеня, при витраті 45-50 м<sup>3</sup>/годину. При цьому контролюють винесення робочих фракцій смоли.

Регенерація Н - катіонітових фільтрів II ступеня проводиться в 2-х варіантах:

- Окрема регенерація КФ II ступеня 2-4%-ним розчином Н<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>. Потім фільтр протягом 10-15 хвилин частково промивають знесолоною водою. Після закінчення цього часу фільтр ставлять на відмивання з витратою 60 м<sup>3</sup>/годину.
- Спільна регенерація КФ I та II ступенів теж проводиться 2-4%-ним розчином Н<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>.

Відмивання КФ I та II ступенів проводиться окремо. Критерій закінчення відмивання – зниження концентрації катіонів Na менше 100 мкг/кг.

Оскільки у воді накопичується вуглекислота, її видаляють. Цей процес видалення CO<sub>2</sub> називають декарбонізацією. Апарати, у яких зниження концентрації CO<sub>2</sub> у воді досягається продуванням води повітрям внаслідок розподілу CO<sub>2</sub> між рідкою (вода) та газоподібною (повітря) фазами, називають декарбонізаторами.

Під час роботи апарату контролюється вміст вільної вуглекислоти в оброблюваній воді. Вміст вуглекислоти на виході не повинен перевищувати 8 мг/кг.

Після декарбонізатора вода прямує на ОН – фільтри II ступеня, завантажені сильноосновним аніонітом, де відбувається сорбція аніонів HSiO<sub>3</sub> - та залишків аніонів вугільної та мінеральних кислот. Основні реакції відбуваються відповідно до рівняння:



Критерієм відключення фільтрів є підвищення значень питомої електропровідності понад 1 МкСм/см або вміст кремнієвої кислоти понад 500 мкг/кг. Виробляється розпушування частково знесолоною водою з витратою 40-45 м<sup>3</sup>/годину.

Регенерація аніонітних фільтрів II ступеня проводиться спільно з регенерацією аніонітних фільтрів I ступеня 4%-ним розчином NaOH.

$\text{An}/\text{HSiO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$  та ін. + NaOH @  $\text{An}/\text{OH}$  +  $\text{Na}_2/\text{SiO}_3$ ,  $\text{CO}_3$  та ін.

Після закінчення регенерації лінію промивають протягом 30 хвилин, після чого відмивання I та II ступенів аніонітних фільтрів ведуть окремо.

Критерій закінчення відмивання – зниження електропровідності на виході з фільтра менше 1,2 Мксм/см.

Таблиця 3.2. Хімічний контроль знесоленої води після ВПУ

Показники	Одиниці вимірювання	Норма	Періодичність
C	Мксм/см	Не більше 1,0	Постійно
Na	Мкг/кг	>100,0	Постійно
Fe	Мкг/кг	>20,0	Раз в тиждень
Cu	Мкг/кг	>10,0	Раз в тиждень
Cl	Мкг/кг	>50,0	Раз в тиждень
pH	Ед.	не нормується	Раз в тиждень

### 3.1.3. Хімічні методи очищення.

Одним з основних хімічних методів очищення стічних вод є реагентний. У його основі лежать хімічні реакції, які переводять шкідливі забруднювачі у воді з розчину в нерозчинний осад з подальшим витяганням осаду з стоку. Метод застосовується для видалення із стічних вод розчинених неорганічних речовин іонного типу (солі, кислоти, підстави), розчинених органічних речовин і поверхнево-активних речовин. Досягається 97-98% - ний ефект очищення. Метод окислення озоном, ультрафіолетом, сильними окислювачами: фтором, киснем, хлором та іншими використовують для доочищення стічних вод в основному від органічних кислот, ПАВ. Процес окислення здійснюється в окислювальних установках. Метод хлорування використовують для знезараження води, при цьому застосовують хлорне вапно, хлор і його похідні. Знезаражуюча дію хлору пояснюється взаємодією хлорнуватисту кислоти і гіпохлорит-іонів з речовинами, що входять до складу клітин бактерій, в результаті якого бактерії гинуть, при цьому досягається 99% -ний ефект очищення. Метод нейтралізації заснований на

реакції обміну між кислотою і лужними реагентами, при якій обидва з'єднання втрачають свої характерні властивості, і відбувається утворення солей. Вибір нейтралізують реагентів проводиться з урахуванням їх ефективності. З кислот найчастіше застосовують сірчану, соляну кислоти, а з лужних реагентів - гашене вапно, кальциновану соду, їдкий натр, вапняк, доломіт. Процес здійснюється в 56 нейтралізаторах частіше з подальшим висвітленням, при цьому ємності забезпечені пристроєм, і дозатором реагентів .

#### 3.1.4. Біологічні методи очищення.

Біологічне очищення здійснюється в спеціальних спорудах за допомогою мікроорганізмів. Вона проводиться в природних і штучних умовах. У спорудах для біологічного очищення води формується біоценоз, тобто сукупність мікроорганізмів, рослин і тварин, пов'язаних між собою умовами спільної життєдіяльності. Основну частину біологічної маси становлять мікроби, генеруючі необхідні ферменти. Біоценоз утворюється природним шляхом і при зміні зовнішніх факторів здатний до саморегулювання. Процеси біологічного окислення в живій клітині являють собою модифікацію хімічних реакцій в аеробних і анаеробних умовах [9, 10].

59 Анаеробні процеси протікають без участі кисню при дуже високому рівні забруднення стічних вод. Вони здійснюються в присутності біологічних каталізаторів (ендоферменти), що знаходяться всередині бактеріальних клітин - енаеробов. Анаеробним процесом є метанова ферментація:



де  $C_xH_yO_zN$  - умовна формула органічної речовини утворюється в клітинах мікроорганізмів;

$C_5H_7NO_2$  - умовна формула органічної речовини забруднювачів, що містяться в стічних водах.

Процес бродіння глюкози, що супроводжується розщепленням складної молекули органічної речовини на більш прості, протікає в

анаеробних умовах:  $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2, = -82 \text{ кДж/моль. (2)}$

Відновлення азотнокислих солей до газоподібного азоту відбувається в результаті процесів денітрифікації. Ці процеси протікають при відсутності вільного вуглецю і викликаються мікроорганізмами *Thiobacterium denitrificans*:



де  $C_{орг}$  - органічна речовина.

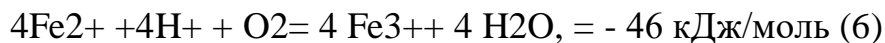
Денітрифікація може протікати при відсутності органічної речовини і за наявності сірки:

$6KNO_3 + 5S + 2CaCO_3 = 3K_2SO_4 + 2CaSO_4 + 2CO_2 + 3N_2. (4)$  Розпад органічних речовин анаеробним шляхом відбувається значно довше, ніж аеробним.

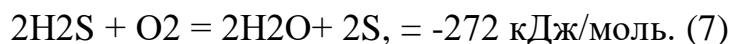
Аеробні процеси протікають за участю кисню, до них відносять реакції окислення речовин.

Процес дихання мікроорганізмів або окислення глюкози до води і двоокису вуглецю:

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O, = -2820 \text{ кДж/моль. (5)}$  Процес окислення солей заліза протікає за участю залізобактерій, які розвиваються в каналізаційних і водопровідних трубах і викликають їх закупорку:



Реакції окислення сірководню та сірки, що протікають в стічних водах викликаються бактеріями *Beggiatoa alba*. Якщо в середовищі досить сірководню, то ці бактерії здійснюють наступну реакцію:



При нестачі сірководню протікає реакція:  $2S + 3O_2 + 2H_2O = 2H_2SO_4, = -1107 \text{ кДж/моль. (8)}$

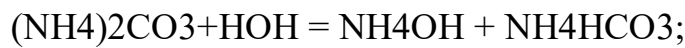
Процес нітрифікації супроводжується реакціями окислення аміаку в азотної кислоти і азотистої кислоти в азотну і протікає в дві стадії. Перша стадія здійснюється нітритними бактеріями *Nitrosomonas*:



Друга стадія здійснюється нітратними бактеріями *Bact nitrobacter*:  
 $2\text{HNO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{HNO}_3, = - 142 \text{ кДж/моль. (10)}$

Одним з продуктів білкового обміну в живому організмі є сечовина. Під впливом мікроорганізмів (особливо уробактерій) в каналізаційній мережі відбувається наступний гідроліз сечовини:  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .  
 (11)

Цей процес може відбуватися в аеробних і анаеробних умовах. Вуглекислий амоній, як сіль слабкої кислоти і слабкої основи схильний гідролізу:



(цим пояснюється аміачний запах в санітарних вузлах).

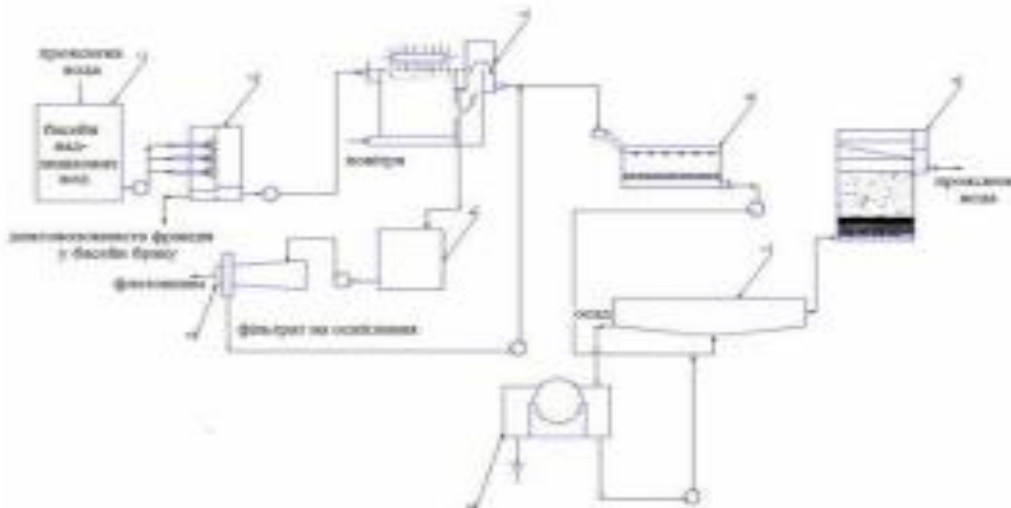
Біохімічний розпад білків або їх похідних протікає під впливом гнильних бактерій і називається гниттям. Процеси гниття можуть протікати аеробних і анаеробних. Гниття супроводжується виділенням різко пахнуть речовин: аміаку ( $\text{NH}_3$ ), сірководню ( $\text{H}_2\text{S}$ ), скатола, індола, і т. п.

Рівень забрудненості стічної води речовинами, доступними процесу біологічного окислення, визначається біологічним споживанням кисню (БСК5 і БСКповн). Біологічним споживанням кисню називається кількість кисню в мг / л або в г / м<sup>3</sup>, що витрачається мікроорганізмами на окислення забруднюючих воду органічних домішок. Показник БСК5 - це кількість кисню, що витрачається на біохімічні процеси протягом п'яти діб, а БСКповн - кількість кисню, що витрачається на біохімічні процеси до наступу реакції нітрифікації.

Загальний вміст неокислених хімічних речовин в стічній воді характеризується хімічним споживанням кисню (ХСК). Під ХСК мається на увазі кількість кисню в мг, необхідна для повного хімічного окислення всіх забруднень, що знаходяться в 1 л стічної води.

### 3.2 Характеристика очисного обладнання.

Обладнання, що входить до складу очисних споруд: басейн надлишкових вод; фракціонатор; басейн обігового браку; флотатор; бак флотопіни; центрифуга; первинний відстійник; біофільтр; вторинний радіальний відстійник; згущувач; фільтр із зернистим завантаженням. Схема очищення стічних вод фабрики наведена на рис. 3.1. В схемі використовуються апарати механічного, фізико-хімічного та біологічного методів очищення [20]. Очищення стоків ТОВ «Понінківська картонно-паперова фабрика – Україна» відбувається наступним чином: надлишкові прояснені води з басейну направляються в фракціонатор для видалення довговолокнутої фракції. Далі вода направляється у флотатор. Утворена флотопіна надходить у бак, а потім у первинний відстійник для попереднього механічного очищення, для підживлення азотом та фосфором, для нейтралізації рН до 6,5 – 7,5. Після цього флотошлам видаляється зі системи, а фільтрат направляється на біологічне очищення на аеротенк, сюди також направляється вода прояснена після флотатора.



- 1 -басейн надлишкових вод, 2-франціонатор, 3-флотатор, 4- бак флотопіни, 5-первинний відстойник, 6-біофільтр, 7- вторинний радикальний відстійник, 8 -згущувач, 9- фільтр із зернистим завантаженням.

Рисунок 3.1.-Схема очищення стічних вод.

Вода, після біологічного очищення потрапляє у вторинний радіальний відстійник. Утворений осад надходить на згущувач, в ньому видаляється скоп за допомогою віджимання. Віджата вода повертається у відстійник.

Остання стадія очищення проходження води через фільтр із зернистим завантаження. Потім відбувається скидання стічних вод у водойму, в даному випадку у річку Хомора

### 3.2.1. Дезінфекція стічних вод

Для остаточного знезараження стічних вод призначених для скидання на рельєф місцевості або водоймище застосовують установки ультрафіолетового опромінення. Для знезараження біологічно очищених стічних вод, поряд з ультрафіолетовим опроміненням, яке використовується, як правило, на очисних спорудах великих міст, застосовується також обробка хлором протягом 30 хвилин. Хлор вже давно використовується як основний знезаражуючий реагент практично на всіх очисних спорудах у містах Росії. Оскільки хлор досить токсичний і становить небезпеку, очисні підприємства вже активно розглядають інші реагенти для знезараження стічних вод, такі як гіпохлорит, дезавид (сам реагент та його компоненти не входять до списку дозволених до застосування з метою знезараження. В ЄС основний компонент заборонено з 09.02. 2010) та озонування.

### 3.3. Ступені очищення стічних вод:

Перший ступінь очищення стічних вод.

Реактор-відстійник №1 об'ємом 25 м<sup>3</sup>, конструкції інституту «Мосгіпротранс»; обладнаний водорозподільником вихрового типу, водозабірними кільцевими парасольками, верхніми та нижніми скребками (для згрібання піни та осаду), а також контейнерами для збирання та видалення випав осаду. Нафтовмісні стічні води через регулюючі засувки тангенціально надходять у колосообразний водорозподільник вихрового типу та рівномірно розподіляються по висоті відстійника.

У водорозподільнику за рахунок відцентрової сили відбувається сепарація нафтопродуктів та суспензії. Суспензія концентрується біля стінок воронки водорозподільника, сповзає по них униз і осідає у контейнері.

При заповненні контейнера осадом його відключають від реактора відстійника засувкою і осад перевантажується в металеву ємність об'ємом 2 м<sup>3</sup>. Процес очищення нафтовмісних стічних вод відбувається додаванням флокулянту "Праестол 611BC". Для інтенсифікації процесу очищення проводиться підігрів стічних рідин за допомогою пари. Пар подається у змійовик, передбачений у конструкції реактора - відстійника.

Спливаючі нафтопродукти згрібаються в лоток для збирання нафтопродуктів та відводяться у спеціалізовану ємність.

Для інтенсифікації процесу відділення нафти проводиться підігрів за допомогою пари реакторів-відстійників. Відведення очищених стоків проводиться з двох рівнів. На відповідних трубопроводах встановлюються 2 електрифіковані засувки: можливість відведення стічних вод з нижнього рівня при спрацьовуванні верхнього та для повного відключення реактора-відстійника. Очищена вода та реактори самопливом надходить на другий ступінь очищення у флотатор ЦНДІ-5 води на флотатор регулюється клямкою за показаннями датчиків ЕРСУ, що встановлюється на стінці флотатора.

Другий ступінь очищення стічних вод.

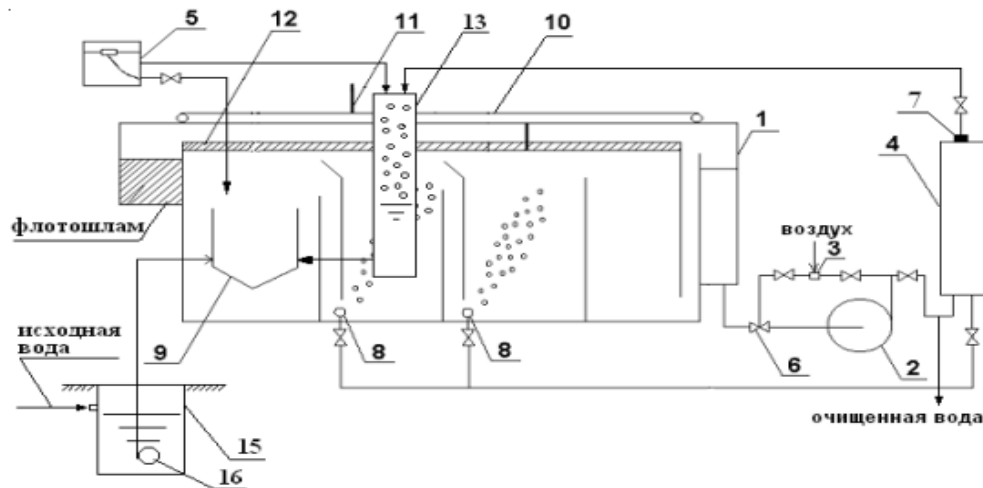
Флотатор призначений для видалення зі стічних вод плаваючих та емульгованих нафтопродуктів, просочувальних масел, смол, жирів і т.д. домішок.

Принцип дії флотатора заснований на штучному насиченні води, що очищається дрібними бульбашками повітря, що прилипають до частинкам забруднень та сприяють їх виділенню з води. Порівняно з відстоюванням процес флотаційного очищення протікає у 5-10 разів швидше та повніше. Для руйнування стійких емульсій та підвищення ефекту їх вилучення до стічної

води додається флокулянт «Праестол 611 ВС» у кількості 25г/м<sup>3</sup>. Флокулянт працює в основному на обміні між електричними зарядами полімерних ланцюжків та поверхневими зарядами суспендованих частинок твердої речовини. Поверхні частинок дестабілізуються та стають здатними коагуляції та флокуляції.

Багатокамерні флотаційні установки типу ЦНДІ-5 (рис.2) використовуються для очищення невеликих кількостей нафтовмісних стоків.

води на флотатор регулюється засувкою за показаннями датчиків ЕРСУ, що встановлюється на стінці флотатора.



1-корпус флотатора; 2-насос високого тиску; 3-ежектор; 4-напірний бак; 5-бак подачі коагулянту; 6-вентиль; 7-повітря напірного бака перфоровані труби; 8- перфоровані труби; 9-циклон; 10-скребковий механізм; 11-скребок; 12-піна; 13- змішувач; 14-змішувальна труба, 15 – приймальний резервуар; 16 - насос, що подає.

Рисунок 2 – Схема флотатора ЦНДІ-5.

Третій ступінь очищення стічних вод.

Реактор-відстійник № 2 об'ємом 25м<sup>3</sup>, працює аналогічно реактору відстійнику №1. Вміст нафтопродуктів після 3 ступеня очищення становить до 220 мг/л, завислих речовин до 110 мг/л.

Четвертий ступінь очищення стічних вод.

Очищення стічної води здійснюється за допомогою установки напірної флотації Supercell SPC-6 виробництва Чеської філії «KROFTAKWI.» ТОВ «Природний баланс». Основна перевага даної флотаційної установки є застосування принципу напірної флотації, заснованої на оригінальних технологіях. На цій стадії відбувається очищення води від забруднюючих речовин, що знаходяться у зваженому та колоїдному стані, за допомогою величезної кількості спливаючих дрібних бульбашок, що утворюються під час випуску води, насиченої повітрям при високому тиску у відкриту ванну флотатора, внаслідок цього верхній частині ванни утворюється пінний шар із забруднюючими речовинами.

Освітлена вода відводиться у напрямку до центральної склянки через щільні труби, що відводять, розташовані над дном ванни. На виході з флотатора в очищеній воді залишковий вміст нафтопродуктів становить до 10 мг/л. Очищена вода за допомогою насосів подається в резервуари-відстійники 5 ступені. Перевагою флотації є безперервність процесу, широкий діапазон застосування, невеликі капітальні та експлуатаційні витрати, простота апаратури, селективність виділення домішок порівняно з відстоюванням, велика швидкість процесу, високий ступінь очищення (95-98%), можливість рекуперації речовин, що видаляються. Флотація супроводжується аерацією стічних вод, зниженням концентрації поверхнево-активних речовин (ПАР), легко-окислюваних речовин, бактерій та мікроорганізмів. Всі це сприяє успішному проведенню наступних стадій очищення стічних вод.

Процес, на якому заснована флотація, полягає в тому, що при зближенні повітря, що піднімається у воді, з твердою гідрофобною часткою розділяючий їх прошарок води при деякій критичній товщині проривається і відбувається злипання бульбашки з часткою. Потім комплекс «бульбашка - частка» піднімається на поверхню води, де бульбашки збираються, і виникає пінний шар з більш високою концентрацією частинок, ніж у вихідній стічній



очисних спорудах підприємства.

3.4. Фізико-хімічні методи очищення стічних вод із застосуванням коагулянтів.

При фізико-хімічному методі обробки зі стічних вод видаляються тонко дисперсні та розчинені неорганічні домішки та руйнуються органічні та погано окислювані речовини, найчастіше з фізико-хімічних методів застосовується коагуляція, окислення, сорбція, екстракція тощо. Широке застосування також знаходить електроліз. Він полягає в руйнуванні органічних речовин у стічних водах та потягу металів, кислот та інших неорганічних речовин.

В даний час у зв'язку з використанням оборотних систем водопостачання суттєво збільшується застосування фізико-хімічних методів очищення стічних вод, основними з яких є:

- Флотація;
- Сорбція;
- Центрифугування;
- Іонообмінне та електрохімічне очищення;
- Гіперфільтрація;
- Нейтралізація;
- Екстракція;
- Евапорація;
- Випарювання, випаровування та кристалізація.

Важливим етапом при очищенні стічних вод є механічне зневоднення осаду. На даний момент існує кілька технологій зневоднення - за допомогою камерних фільтр-пресів, за допомогою стрічкових пресів та за допомогою центрифуг (декантерів). Кожна технологія має свої плюси та мінуси (займана площа, енергоспоживання, вартість тощо). При зневодненні зазвичай використовують реагент (флокулянт) збільшення ефективності зневоднення. В даний час широке застосування отримує використання центрифуг для

зневоднення. Якість розділення рідкої та твердої фракції найвища з вищезгаданих технологій.

Для забезпечення високого ступеня очищення стічних вод у ряді випадків одного біохімічного очищення виробничих стічних вод недостатньо, тому останніми роками відмічено зростаюче застосування фізико-хімічних методів. Широкого поширення набули коагуляція та флоутація. Реагентний спосіб очищення досить ефективний та простий. Цей спосіб можна застосовувати практично за необмежених обсягів стічних вод. Спільне використання коагулянтів та флокулянтів дозволить ще більше розширити використання цих реагентів для очищення стічних вод. Великі резерви інтенсифікації методу коагуляції та флокуляції пов'язані як із глибшим дослідженням механізмів явищ, що супроводжують ці процеси, так і з більш ефективним використанням різноманітних фізичних впливів. Дані зарубіжних досліджень показують, що значне підвищення ефективності реагентного способу можна домогтися оптимізацією технології очищення, що передбачає змішування реагентів з водою, а також підбором коагулянтів і флокулянтів, що використовуються. Ефективність реагентного способу можна також підвищити, застосовуючи фізичні впливи на оброблювану воду та водні системи (наприклад, електричні та магнітні поля, ультразвук, радіацію та інші способи). Проте впровадження цих методів інтенсифікації коагуляції та флокуляції гальмується недостатньою вивченістю процесів, що протікають на молекулярному та іонному рівні. Очищення виробничих стічних вод реагентним способом включає кілька стадій, основними з яких є:

- приготування та дозування реагентів;
- змішування реагентів з водою;
- пластівництво;
- відокремлення пластівцевих домішок від води.

Найбільше застосування як коагулянтів отримали сульфат алюмінію, гідроксохлорид алюмінію та хлорид заліза(III). У дещо меншому масштабі

використовуються сульфати заліза, змішані коагулянти як солей алюмінію і заліза. Помітно в менших кількостях використовують алюмоамонійні та алюмокалієві галун. Зростає використання коагулянтів, насамперед заліза та алюмінію, одержуваних електрохімічним способом. І тут їх властивості як коагулянтів різко поліпшуються. Реагенти як у твердому, так і у вигляді концентрованих розчинів необхідно доводити до робочої концентрації (5-15%). У зв'язку з цим слід проаналізувати розчинення солей і насамперед солей алюмінію та заліза.

Ефективність очищення стічних вод з використанням коагулянтів та флокулянтів значною мірою залежить від точності підтримання основних параметрів. Основними параметрами регулювання є рН оброблених стічних вод, електропровідність, каламутність, окислювально-відновлювальний потенціал. Для технології очищення води та знешкодження опадів велике значення має раціональне використання реагентів, оскільки річна витрата лише флокулянтів становить сотні тонн. Визначення оптимальної дози реагентів є дуже складне завдання, так як у практиці очищення води можлива одночасна зміна ряду факторів, наприклад складу та кількості домішок. При коагуляції домішок в обсязі води та при контакті із зернистим завантаженням оптимальна доза буде різною, оскільки кінетичні умови коагуляції на поверхні фільтруючого матеріалу значно кращі, ніж в обсязі води.

Застосовуються методи математичного моделювання, дозволяють визначити оптимальний режим електрохімічної обробки. Існуючі пристрої для автоматичного дозування реагентів дають можливість, як правило, підтримувати лише їхню витрату, встановлену на основі попередніх досліджень. Підтримання оптимальної дози реагентів дотримання основних якісних параметрів процесу коагуляції поки що утруднено.

Перемішування води з реагентами доцільно здійснювати в дві стадії, причому першу стадію проводити в режимі, що наближається до ідеального змішування режиму, а другу - в режимі ідеального витіснення по рідкій фазі.

Це зумовлено тим, що на першій стадії має бути забезпечено рівномірний розподіл реагенту по всьому обсягу стічних вод, що очищаються, а на другій - створення умов, що виключають розпад утворених агломератів частинок забруднень. Перший режим можна здійснити, наприклад, апараті з мішалкою, що інтенсивно обертається, а другий - в шарі зваженого осаду.

Як показують результати багатьох досліджень, процес перемішування води з реагентами, зокрема неорганічними коагулянтами, необхідно проводити з максимальною швидкістю. Оптимізація режиму змішування коагулянту з водою може призвести до більш ефективного використання, а в деяких випадках і скорочення витрати коагулянту.

У напрямку інтенсифікації перемішування води з реагентами розвивається розробка змішувачів. Рекомендується при виборі типу, конструкції та режиму дії перемішують пристроїв на стадіях швидкого змішування води з реагентами та повільного перемішування води в камерах пластівця урахувати закономірності коагуляційного структуроутворення, що визначають початкові значення швидкісного градієнта, необхідність поступового перемішування та концентрації твердої та рідкої. Швидке перемішування реагентів з водою можна досягти в електромагнітних змішувачах. Електромагнітні змішувачі доцільно застосовувати насамперед при контактуванні води з розчинами електролітів, наприклад, з розчинами кислот, лугів, солей. Найбільш прості в апаратурному оформленні змішувачі, що містять камеру електрообробки, в якій встановлено два або кілька електродів. Внаслідок впливу електричного поля на розчини електролітів відбувається ефективне змішування води з коагулянтом, що дозволяє суттєво скоротити час перемішування, а також витрати реагентів на очищення стоків. Електроліз проводять, як правило, у режимах без помітного виділення газів (кисню та водню)

Іншим найпростішим варіантом електромагнітного перемішування є використання генераторів магнітного поля, що встановлюються на ділянці

труби, де одночасно подають воду та розчин коагулянту (електроліту). Такі змішувачі дуже прості та їх легко встановити практично на будь-якій ділянці технологічної лінії. Крім того, змішувачі з використанням постійних магнітів можуть бути встановлені у приміщеннях будь-якої категорії.

Очищення стічних вод целюлозно-паперового виробництва шляхом комплексоутворення.

Проблема впливу целюлозно-паперового виробництва (ЦБП) на стан водних екосистем має багатоплановий характер. Для її вирішення потрібно, з одного боку, вдосконалення технологічних процесів, з другого - розробка ефективних систем водоочищення з урахуванням екологічних вимог. Для підприємств, що виробляють целюлозу сульфітним (бісульфітним) способом, характерна наявність лужних стоків з великою кількістю лігнінних забруднень, що ускладнює біологічну очистку стічних вод, прийняту в ЦБП. А оскільки при використанні біологічного очищення лігносульфонати (ЛЗ) практично не розкладаються, то більша частина їх скидається у водойми. Гостроту положення посилюють обсяги стоків, що містять ці забруднювачі - 60 - 800 м/т целюлози. Скидання лугу і після дріжджової бражки, як і недостатньо очищених стічних вод, у природні водоймища значно підвищує хімічне споживання кисню (ХПК) у них і порушує екологічну рівновагу.

Вилучення лігнінвмісних сполук шляхом комплексоутворення основних забруднюючих речовин стічних вод ЦБП та переведення їх у нерозчинні комплексні сполуки дозволить підвищити ефективність очищення стоків та знизити забрудненість водних об'єктів. Осади, що утворюються - комплекси являють собою органічну сировину, яка може бути використана в наступних напрямках:

- для одержання сорбентів важких металів [2];
- як компоненти штучних ґрунтів для рекультивації земель, порушених техногенним впливом [3];

-як паливо з високою теплотворною здатністю (нижча теплота згорання 5067 ккал/кг).

### 3.5.Методи контролю стану очищення стічних вод

Виробничий контроль якості стічних вод.

В результаті роботи очисних споруд різних типів у повітря робочої зони та в атмосферне повітря житлових районів можуть виділятися хімічні речовини, що входять до складу стічних вод, а також газів, що утворюються за біологічного розкладання органічних речовин - жирів, нафтопродуктів тощо. Насамперед це аміак та сірководень. Відповідальність за дотримання нормативів при скиданні стічних вод у водоймища несе підприємство, що експлуатує системи водовідведення (міську каналізацію).

Небезпека подразнюючого впливу на людей може виникнути при виділенні газоподібних речовин із сирого осаду, резервуарів, інших ємностей очисних споруд, при очищенні водостічних мереж, зливальних та насосних станцій. З огляду на це «Санітарно-захисні зони та санітарна класифікація підприємств, споруд та інших об'єктів» (нова редакція) передбачає організацію санітарно-захисних зон (СЗЗ) та створення певних нормативних відстаней до житлових будинків від систем очищення стічних вод різної продуктивності.

При порушенні гігієнічних вимог утилізації та зберігання осад із очисних споруд небезпечний для об'єктів навколишньої природи при міграції у суміжні середовища – воду водойм, ґрунт. Безпосередній контакт із сирим осадом може стати причиною зараження персоналу, який обслуговує очисні споруди (насамперед це актуально для біофільтрів, жировловлювачів харчових об'єктів та систем очищення стоків від інфекційних відділень лікарень), кишкових інфекцій та глистних інвазій.

Умови випуску до каналізаційної мережі.

У систему міської каналізації приймаються стічні води Підприємств, які не порушують роботу каналізаційних мереж та споруд, забезпечують

безпеку їх експлуатації та можуть бути знешкоджені разом зі стічними водами, що скидаються населенням відповідно до вимог та нормативів Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами, затвердженими постановою Міністрів України від 25.03.99 №465.

Стічні води, що підлягають прийому до міської каналізаційної мережі, не повинні:

- містити горючі домішки та леткі газоподібні речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні суміші;
- містити речовини, які здатні захаращувати труби, колодязі, решітки або відкладатися на їх поверхнях (сміття, ґрунт, абразивні порошки та інші грубодисперсні суспензії, скло, гіпс, вапно, пісок, металеву та пластмасову стружку, жири, смоли, мазут, хліб та інше);
- містити лише неорганічні речовини або речовини, які не піддаються біологічному розкладу;
- містити речовини, для яких не встановлені гранично допустимі концентрації (далі - ГДК) для води водойм або токсичні речовини, що перешкоджають біологічній очищенню стічних вод, а також речовини, для визначення яких не розроблено методів аналітичного контролю;
- містити небезпечні бактеріальні, вірусні, токсичні та радіоактивні забруднення;
- містити біологічно жорсткі синтетичні поверхнево-активні речовини (далі - СПАР), які важко руйнуються;
- мати температуру вище за 40°C;
- мати рН нижче 6,5 або вище 9,0;
- мати хімічне споживання кисню (далі - ГПК) вище біологічного споживання кисню за 5 діб (далі БПК5) більш ніж у 2,5 рази;
- мати БПК, що перевищує зазначене у проекті очисних споруд каналізації даного населеного пункту;

- містити забруднюючі речовини з перевищенням допустимих концентрацій, встановлених Правилами прийому.

Категорично забороняється скидати до міської каналізаційної мережі:

- кислоти, розчинники, розчини, які містять або утворюють при змішуванні зі стічними водами сірководень, сірковуглець, оксид вуглецю, ціаністі сполуки, легколеткі вуглеводні та інші токсичні, горючі та вибухонебезпечні речовини;
- концентровані регенераційні, маткові та кубові розчини, стічні води Підприємств, ступінь очищення яких недостатня та забруднюючі речовини перевищують допустимі концентрації (ДК). - нормативно-чисті,
- дренажні;
- стік атмосферних опадів.
- стічні води, у яких містяться радіоактивні, токсичні речовини, солі важких металів та бактеріальні забруднення, у т.ч. стічні води інфекційних лікувальних закладів та відділень;
- стічні води Підприємств, взаємодія яких може призвести до утворення емульсій, токсичних або вибухонебезпечних газів, а також великої кількості нерозчинних у воді речовин.

Такі стічні води перед випуском до горканалізації повинні бути знешкоджені та знезаражені на локальних очисних спорудах Підприємств з обов'язковою утилізацією або похованням утворених опадів з інформуванням Підприємствами Водоканалу про вжиті заходи.

Висновок до розділу III:

1. Розглянута існуюча система очистки стічних вод та виявлені недоліки.
2. Розглянуто існуючі методи та засоби очищення від марганцю і заліза.

#### РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ.

В дипломному проекті розглядається процес очистки стічних вод від картонно паперового виробництва. Основою проблематикою роботи очисної системи є посилення вимог не тільки до якості очищення води, а і підвищення рівня безпеки в робочому процесі, як найважливішого етапу технологічного процесу на промисловій зоні. Проектом розроблені заходи, що гарантують безпеку обслуговуючого персоналу в процесі експлуатації очисної системи, її ремонту, електромеханічних пристроїв та споруд у

відповідності з Державними актами, що забезпечують виконання Закону України “ Про охорону праці”.

Шкідливі і небезпечні фактори при очистці стічних вод:

- наявністю апаратів і трубопроводів, що працюють під тиском;
- наявністю частин механізмів, що рухаються і обертаються;
- наявністю великого, вихрового, водяного потоку;
- застосуванням електричної енергії напругою 220, 380 В;
- розміщенням устаткування в складно-обслуговуваних місцях;
- наявністю вузлів перекачування при транспортуванні води між резервуарами (басейнами);
- небезпекою потрапляння в резервуари (басейни) де відбувається очистка; – рівнем шуму вище за норму

#### 4.1. Безпека і експлуатація електромеханічного обладнання

4.1.1. Опис обладнання В системах очистки використовують турбомеханізми, які приводяться в рух асинхронними короткозамкненими двигунами АІР280S4 потужністю 110 кВт. Двигун живиться від трифазної електричної мережі 0,4 кВ.

Підключення виконується кабельною лінією ВВГ 3·95 довжиною 20 м. Також в наявності є насосні станції, які оснащені двигунами АІР180М2 потужністю 30 кВт. Двигуни живляться від мережі 0,4 кВ. Підключення виконується кабельною лінією ВВГ 3·95 довжиною від 30 до 60 м.

#### 4.1.2 Електрозахисні засоби

Електрозахисні засоби - засоби, які призначені для захисту людей, що працюють з електроустановками від ураження електричним струмом, від дії електричної дуги і електромагнітного поля.

Електрозахисні засоби підрозділяються на основні та додаткові.

Основні електрозахисні засоби – це засоби, ізоляція яких довгочасно витримує робочу напругу електроустановок і які дозволяють доторкатися до струмопровідних частин, що знаходяться під напругою.

Додаткові електрозахисні засоби – це засоби, які самостійно не забезпечують захист від ураження струмом, але застосовуються разом з основними електрозахисними засобами для збільшення захисного ефекту [34]. Основні електрозахисні засоби в електроустановках:

- ізолювальні і струмовимірювальні кліщі;
- покажчики напруги; – діелектричні рукавиці;
- слюсарно - монтажний інструмент з ізолювальними ручками.

Додаткові електрозахисні засоби в електроустановках:

- діелектричні калоші;
- діелектричні килими;
- переносні заземлення;
- ізолювальні підставки;
- огорожувальні пристрої;
- плакати та знаки безпеки

Вибір необхідних засобів захисту регламентується Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів та іншими відповідними нормативно технічними документаціями.

## 4.2. Умови праці обслуговуючого персоналу

### 4.2.1 Розміщення обладнання

Очисні споруди розташовані на відкритій площадці. Так як очисні споруди складаються багатьох небезпечних зон, таких як, насосні станції, резервуари (басейни), відстійники. Границі безпечної зони розміщені на відстані 1.5-2 м від рухомого електро-механічного обладнання, та водомістних басейнів, позначаються жовтою обмежувальною лінією та встановленими знімними обмежувачами. Також для якісного забезпечення безпеки двигуни насосів та турбомеханізмів, редуктори закриті кожухами, самі резервуари обнесені не знімними обмежувачами, що запобігають можливе навмисне та ненавмисне потрапляння осіб обслуговуючого персоналу в воду [35]. Апаратура управління та контролю за технологічним

процесом встановлена в операторській, що знаходиться на відстані 10 м від самої очисної споруди. Все обладнання розміщене в спеціалізованих боксах, що обладнані внутрішнім додатковим освітленням, задля якісного і безпечного ремонту під час аварійних ситуацій. Загалом, структура управління очисної системи розроблена таким чином, щоб знизити кількість робочого, або обслуговуючого персоналу в самій зоні очисної системи. Завдяки цьому зменшено можливість виникнення непередбачуваних ситуацій до мінімуму.

#### 4.2.2 Мікроклімат

При обслуговуванні очисної системи, оператор установки знаходиться в операторській. Санітарно-гігієнічне нормування умов мікроклімату здійснюється за ДСН 3.3.6.042199, які встановлюють оптимальні і допустимі параметри мікроклімату залежно від загальних енерговитрат організму при виконанні робіт і періоду року. За загальними затратами організму на виконання робіт відповідно нормативу виділяють три категорії робіт. Працівник виконує роботи середньої важкості, що відноситься до Пб категорії робіт. Оптимальні та фактичні метеорологічні умови в операторській для середньої важкості робіт приведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. – Оптимальні та фактичні метеорологічні умови в операторській

Умови праці	Період року	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Оптимальні	Холодний	17-19	60-40	0.2
	Теплий	20-22	60-40	0.3
Фактичні	Холодний	18-19	60-40	0.1
	Теплий	20-21	60-40	0.2

З представленої таблиці видно, що фактичні метеорологічні умови задовольняють допустимим нормам ДСН 3.3.6.042-99.

На робочому місці оператора будуть наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- вібрація;
- шум;
- погане освітлення.

Варто розглянути кожен фактор окремо.

**Вібрація.** Це механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем. Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має негативні наслідки для організму. Вібрація, що діє на людину, має широкий діапазон – від десятих часток до декількох тисяч Гц. Характерними рисами шкідливого впливу вібрації на людину є можливі зміни у функціональному стані: підвищена втома, збільшення часу моторної реакції, порушення вестибулярної реакції.

Працівник що знаходиться на робочому місці в операторській захищений від вібрації, так як, саме приміщення знаходиться на відстані 10 м від виробничих установок.

**Шум.** Джерелом шуму є механічні та фізико-хімічні способи очищення. Рівень шуму  $L = 90 - 100$  дБА. Захист від шуму досягається розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів індивідуального і колективного захисту, будівельно-акустичними методами.

Засоби колективного захисту діляться стосовно джерела шуму: – понижуючі шум у джерелі виникнення (найбільше ефективно); – понижуючі шум на шляхах його поширення.

Основними засобами індивідуально захисту:

- навушники;
- вушні вкладки;
- шоломофони;
- каски.

Рівень шуму на робочих місцях виробництва паперу не перевищує допустимих значень, відповідно до ДСН 3.3.6.037-99.

Освітленість. Залежно від джерел світла освітлення може бути природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла, та суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним. Для освітлення очисного цеху використовують прожектори ПКІ потужністю 1000 Вт, світловий потік 22000 Лм, висота встановлення прожектора 15 м. Для освітлення операторської використовуються промислові світильники LED 72WIP65, модель VL-72W-1200-IP65 потужністю 72 Вт, світловий потік 6040 Лм, відстань між світильниками прийнята 1.5 м, загальною освітленістю 755 Лк.

За нормативними значеннями освітлення, для працівників що виконують роботи високої точності необхідне штучне освітлення 2000 – 400 Лк при комбінованому, та 500 – 200 Лк при загальному. Отже, рівень освітлення в операторській відповідає нормам ДБН В.2.5-28-2006.

#### 4.3 Пожежна безпека

##### 4.3.1 Причини пожежі

В операторській при короткому замиканні може відбутися загорання кабелів, з виділенням диму та отруйних речовин [36]. Відстань від самого віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу – 5 м. Всі виходи з приміщень показані на планах евакуації при аварійних ситуаціях. Проводиться систематичний огляд робочих приміщень пожежно-технічною комісією, головою комісії виступає головний інженер або спеціально призначена особа.

Основними причинами виникнення пожежі можуть бути:

1. Порушення елементарних правил пожежної безпеки.
2. Несправність електроустаткування, електромереж.
3. Порушення електротехнічних правил.

4. Самозагоряння матеріалу, або на копичення пилю та газів.

#### 4.3.2 Засоби пожежогасіння

Для здійснення безпеки обслуговуючого персоналу при експлуатації технічних засобів автоматичної пожежної сигналізації і виконанні ремонтних робіт передбачено:

- використання пожежних сповіщувачів згідно з умовами їх експлуатації;
- відсутність радіоізотопних сповіщувачів;
- гучномовне оповіщення персоналу про пожежу;
- об'єктове світлозвукове оповіщення персоналу про пожежу.

Для гасіння електропроводок і електроустаткування під напругою передбачені порошкові вогнегасники ОПС – 10, також присутні вуглекислотні вогнегасники ОУ – 5. Приміщення операторської обладнане електричною системою. Датчики – сповіщальні типу ДЛТ з'єднані з приймальною станцією по променевої системі. При підвищенні температури легкозаймистий шар, що з'єднує кінці двох пружних дротів, розплавляється, розривається електричний ланцюг і спрацьовує сигналізація. Також в операторській передбачений прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною підприємства.

Біля площадки, де розміщена очисна система, розміщено пожежний щит оснащений первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, лопата, ящик з піском, багор, відро). Засоби пожежогасіння повинні відповідати вимогам “Інструкції по утриманню та застосуванню засобів пожежогасіння на підприємствах”.

## ВИСНОВОК

1. Проаналізовано діяльність підприємства ТОВ «Понінківська картоннопаперова фабрика – Україна» та встановлено, що для виготовлення продукції, підприємство використовує вторинну сировину – макулатуру.

2. Проаналізовано джерела забруднення водойм від промислових вод підприємства.

3. Використовуючи одновимірну математичну модель трансформації й перенесення забруднюючих речовин, встановлено перевищення ГДК марганцю на відстані 10 км від місця скидання стічних вод більше ніж в 2,5 рази. Доведено необхідність встановлення очисного обладнання та прийняття науковообґрунтованих рішень, щодо подолання кризової екологічної ситуації в річках Хомора та Случ.

4. Розглянуто систему очистки стічних вод, виявлено недоліки та запропоновано встановити додаткову установку для очищення від марганцю та заліза фільтра-знезалізувача Multifilters MF-325-AIR.

5. Проект купівлі і введення нового обладнання для очистки стічних вод від марганцю та заліза є доцільним, тому що він максимізує чистий приведений дохід.

6. Термін окупності впровадження екологічних заходів на даному підприємстві 15 місяців.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 ПКПФ-Україна URL: <http://pkpf.com.ua> (дата звернення: 15.04.2019).
- 2 Держекоінспекція URL: <https://menr.gov.ua> (дата звернення: 20.04.2019).
- 3 Бучинський І. Е. Клімат України в минулому, теперішньому і майбутньому. Київ, 2013. 234 с.
- 4 Неволін О. І., Полубоярион Г. І. Технологія целюлозно-паперового виробництва. Сировина та виготовлення полуфабрикатів. Харків, 2002. 180 с.
- 5 Окунев В. С. Технологія целюлози: учеб. пособ. Москва: Издательство МГТУ им Н. Э. Баумана, 2011. 145 с.
- 6 Охріменко О. В., Вогнівенко Л. П., Біла Т. А. Методи переробки вторинної сировини. Таврійський науковий вісник. 2018. № 101. С. 214219.
- 7 Киевицкая А. И. Обработка древесины. Целюлоза: стенд «ЯЛІНА»: автореф. дис. на соискание науч. степ. д-ра ф.-м. наук: 01.04.16. Минск, 2017. 42 с.
- 8 Карнаухов І. М. Про технологічні процеси виробництва целюлозного підприємства. Вісник НАН України. 2014. Вип. 9. С. 23–28.
- 9 Непенін Н. Н., Непенін Ю. Н. Технологія целюлози: навч. посіб. Москва, 2006. 340 с.
- 10 Целюлозна промисловість: у 3 т. /глав. ред. Миллионщиков М. Д. Москва: Октябрь, 1962. Т. 13. 415 с.
- 11 Пинаев С. С. Исследование в обоснование применения макулатуры как сырья: дис. на соискание науч. степ. канд. тех. наук: 05.04.11. Нижний Новгород, 2002. 237 с.

- 12 Войцицький А. П. Техноекологія: навч. посіб. Київ, 2009. 500 с.
- 13 Жудро С. Г. Технологічне проектування целюлозно-паперових підприємств. Київ, 2000. 145 с.
- 14 Барбаш В. А. Потенціал не деревної рослинної сировини для виробництва паперу і картону. Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість  
URL:[http://www.nbu.gov.ua/Portal/natural/lglpdp/2011\\_37-1/37-1-60.pdf](http://www.nbu.gov.ua/Portal/natural/lglpdp/2011_37-1/37-1-60.pdf)  
(дата звернення: 31.05.2019).
- 15 Коваленко І. В., Перковська О. В. Дослідження фізико-механічних та теплофізичних властивостей вторинної сировини. Київ: НТУУ «КПІ», 2008. 21 с.
- 16 Новое в технологии отбелки. Целлюлоза. Бумага. Картон / за заг. ред. Непенін Ю. Н. Запоріжжя, 1996. 332 с.
- 17 Промисловість України: тенденції, проблеми, перспективи : монографія / Тарасова Н. В. та ін. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. 320 с.
- 18 Naumenko D. P., Hrebenuk T. V. Impact of the pulp and paper industry on the quality of water bodies in Ukraine. Science and technology of the XXI century: наук.- практ. конф., м. Київ, 29 листопада 2018 р. Київ, 2018. С. 23–25.
- 19 Науменко Д. П., Гребенюк Т. В. Аналіз впливу целюлозно-паперової промисловості на стан водних об'єктів України. Енергетика. Екологія. Людина: наук.-практ. конф., Київ, 25 квітня 2018 р. Київ, 2018. С. 103–106.
- 20 Черних В. П., Зіменковський Б. С., Гриценко І. С. Органічна хімія: навч. посіб. Київ, 2008. 205 с.

- 21 Гребенюк Т. В., Броницький В. О., Науменко Д. П. Математичне моделювання перенесення марганцю у водному середовищі на прикладі річок Хомора і Случ. Екологічні науки. 2018. № 22. С. 88-100.
- 22 Азаров В. І., Буров А. В., Оболенська А. В. Хімія деревини і синтетичних полімерів: навч. посіб. Київ, 1999. 164 с.
- 23 Максимов В. Ф. Очистка та рекуперація промислових скидів целюлознопаперового виробництва: монографія. Запоріжжя, 1970. 90 с.
- 24 Жуков А. И. Методы очистки производственных сточных вод: навч. посіб. 2-ге вид., перероб. та доп. Київ : ЦУЛ, 1977. 173 с.
- 25 Родионов А. И. Технологические процессы экологической безопасности: монография. Калуга, 2000. 245 с.
- 26 Ксенофонтов Б. С. Флотационная очистка сточных вод. – 2003.
- 27 Нікольський М. Вдосконалення методів очищення стічних вод: дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук: 05.14.14. Одеса, 2015. 242 с.
- 28 Биологическая очистка. Аэротенки: підручник / Исаева А. М. та ін. Пенза, 2004. 264 с.
- 29 Тимонин А. С. Инженерно-экологический справочник : навч. посіб. 2-ге вид., перероб. та доп. Калуга, 2003. 183 с.
- 30 Промисловий знезалізувач Multifilters MF-325-AIR URL: <https://multifilters.pl> (дата звернення: 20.05.2019).
- 31 Фільтр для видалення заліза і марганцю ECOSOFT FPB 1665 CT URL: <https://ziko.com.ua> (дата звернення: 19.05.2019).
- 32 Податковий кодекс України URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 01.06.2019).
- 33 Державна фіскальна служба України URL: <http://sfs.gov.ua> (дата звернення: 01.06.2019).
- 34 Козлов С. С. Конспект лекцій з дисципліни основи охорони праці для підготовки студентів "ІЕЕ" за освітньо-кваліфікаційним рівнем "Бакалавр": навч. посіб. Київ, 2013. 56 с.

35 Ткачук К. Н., Халімовський М. О. Основи охорони праці: навч. посіб. Київ, 2006. 113 с.

36 Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: навч. посіб. Львів, 2000. 78 с.

