

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З.ГЖИЦЬКОГО
Центр перепідготовки та підвищення кваліфікації
Кафедра сталого природокористування та захисту довкілля**

Допускається до захисту
" _____ " _____ 2025 р.

Зав. кафедри _____
(підпис)

доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ
наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
бакалавр

(рівень вищої освіти)

**на тему: «Оцінка стану очисних споруд на території Млинівської
селищної ради Рівненської області»**

Виконала студентка III курсу, групи ТЗ-42зсп
спеціальності 101 «Екологія»

Денькович Оксана Ярославівна

Керівник _____ Ганна УЙГЕЛІЙ

Консультант _____ Юрій КОВАЛЬЧУК

Дубляни 2025

Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет природокористування
Навчально-науковий інститут заочної та післядипломної освіти

Кафедра екології
Рівень вищої освіти «бакалавр»
Спеціальність 101 «Екологія»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

доцент, к.б.н. Петро ХІРІВСЬКИЙ
" _____ " _____ 2024р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студентки
Денькович Оксани Ярославівни

1.Тема роботи: «Оцінка стану очисних споруд на території Млинівської селищної ради Рівненської області»

Керівник кваліфікаційної роботи Ганна Уйгелій, кандидат хімічних наук, доцент
Затверджені наказом по університету від «08» березня 2024р. № 172 /к-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 30 травня 2025 року

3. Вихідні дані для кваліфікаційної роботи

Літературні джерела, фізико-географічна характеристика району досліджень, інструкції з охорони праці

Характеристика діяльності підприємства

Характеристика стану очисних споруд

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Огляд літератури

1.1 Забруднення водоймищ - тиха загроза, що веде до повільних екологічних катастроф.

1.2 Проблеми водопостачання підприємств та скидання промислових стічних вод.

1.3. Методи і принципи каналізування стічних вод

1.4. Сучасні методи очищення стічних вод.

2. Об'єкт та методика проведення досліджень

2.1 Коротка гідрографічна і морфометрична характеристика

2.2 Загальна характеристика річки Іква

2.3 Гідрографічна характеристика

2.4 Морфометрична характеристика

2.5 Кліматична характеристика басейну

2.6 Гідрологічний режим

2.7 Методика відбору, зберігання і транспортування проб води

2.8 Методики дослідження органолептичних властивостей води

2.9 Дослідження хімічних властивостей води

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Каналізування стічних вод

3.2 Послідовність очищення стічних вод

3.3 Санітарно-хімічний аналіз стічних вод

3.4 Ефективність очищення стічних вод

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз стану охорони праці

4.2 Покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки

Висновки

Список джерел літератури

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) Схеми, рисунки, світлини

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3	Уйгелій Г. доцент кафедри екології		
4	Ковальчук Ю. доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва		

7. Дата видачі завдання 10 вересня 2024р.

Календарний план

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання Вступу та розділу 1. Огляд літератури	10.09.2024 – 10.12.2024	
2	Написання розділу 2. Об'єкт та методики досліджень	11.12.2024- 22.02.2025	
3	Написання розділу 3. Результати досліджень	23.02.2025 – 30.04.2025	
4	Написання розділу. Охорона праці, формулювання висновків за результатами проведених досліджень, укладання списку джерел літератури.	01.05.2025 – 30.05.2025	

Студентка _____ Оксана Денькович
(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Ганна УЙГЕЛІЙ
(підпис)

УДК 628.32(477.81)

Оцінка стану очисних споруд на території Млинівської селищної ради Рівненської області. Денькович О.Я.– Кваліфікаційна робота. Кафедра сталого природокористування та захисту довкілля. – Дубляни, Львівський НУВМБ, 2025.

55 ст. текст. част.; 2 рис.; 5 табл.; 29 джерел.

Дано екологічну оцінку очисним спорудам, що знаходяться на території Млинівської селищної ради Рівненської області. Приведена гідрографічна і морфометрична характеристика досліджуваного об'єкту та загальна характеристика водойми куди потрапляє вода після очисних споруд. Описана попередня обробка виробничих стічних вод, умови біохімічного очищення та дії при перевищенні норм. Приведена схема системи повного роздільного каналізування стічних вод промислових підприємств смт. Млинів. Проаналізовано санітарно-хімічний стан стічних вод. Дано якісну характеристику очистки стічних вод. Виявлено приблизно однаковий позитивний ефект як біологічної так і механічної очистки.

ВСТУП		
1.	ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1	Забруднення водоймищ - тиха загроза, що веде до повільних екологічних катастроф	8
1.2	Проблеми водопостачання підприємств та скидання промислових стічних вод	11
1.3	Методи і принципи каналізування стічних вод	15
1.4	Сучасні методи очищення стічних вод	20
2.	ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
2.1.	Коротка гідрографічна і морфометрична характеристика	23
2.2.	Загальна характеристика річки Іква	23
2.3	Гідрографічна характеристика	24
2.4	Морфометрична характеристика	24
2.5	Кліматична характеристика басейну	25
2.6	Гідрологічний режим	27
2.7	Методика відбору, зберігання і транспортування проб води	28
2.8	Методики дослідження органолептичних властивостей води	30
2.9	Дослідження хімічних властивостей води	31
3	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	35
3.1	Каналізування стічних вод	35
3.2	Послідовність очищення стічних вод	37
3.3	Санітарно-хімічний аналіз стічних вод	39
3.4	Ефективність очищення стічних вод	41
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ	47
4.1	Аналіз стану охорони праці	47
4.2	Покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки	49
	Висновки	53
	Список джерел літератури	54

Актуальність теми. Вода - життєво важливий, але обмежений ресурс. Це не просто рідина, а справжнє найбільше багатство людства, без якого неможливе існування життя на Землі. Вона є фундаментальною основою для всього живого: людський організм на понад 70% складається з води, і те саме стосується тваринного та рослинного світу. Її використання пронизує всі сфери нашого життя — від побуту та сільського господарства до промисловості. Обсяги споживання води в цих галузях вражають, проте паралельно з цим постає гостра проблема: запаси доступної прісної води на планеті є надзвичайно обмеженими. На душу населення припадає лише 5-6 тис. м³ прісної води, причому стік річок, який є одним з основних джерел, становить лише невелику частину цього обсягу. Ці цифри беззаперечно свідчать про те, що ми живемо в умовах зростаючого дефіциту [3,6,27].

Безперервне зростання господарської діяльності людини призводить до подвійного удару по водних ресурсах. З одного боку, збільшується споживання прісної води для задоволення зростаючих потреб. З іншого боку, зростає обсяг забрудненої води, що скидається в природні водойми. Це створює замкнене коло: дефіцит прісної води збільшується ще швидше, ніж її споживання. Ситуація ускладнюється тим, що природа вже не встигає самоочищатися. Якщо 50-100 років тому водойми могли відновлюватися природним шляхом, то сьогодні більшість з них надмірно забруднені. Багато річок, озер та інших водойм перетворилися на своєрідні «стічні канами», вода з яких без попереднього, і часто дороговартісного очищення є абсолютно непридатною [2,7,28].

Усвідомлюючи гостроту проблеми, протягом останніх років були зроблені значні кроки у напрямку захисту водних об'єктів від забруднення та раціонального використання води. Це включає розробку та впровадження нових високоефективних технологічних процесів, конструкцій споруд, сучасного обладнання та реагентів для очищення стічних вод. Завдяки цим зусиллям вдалося скоротити забір води з природних водойм, зменшити обсяг стічних вод та, відповідно, зменшити їхній негативний вплив на навколишнє середовище. Однак, попри ці досягнення, зробленого на сьогодні явно недостатньо.

Необхідно продовжувати працювати над ще більш економним та раціональним використанням прісної води, а також впроваджувати ефективніші зрошувальні системи в сільському господарстві, де витрати води є особливо значними.

Для подолання дефіциту води та мінімізації забруднення, нам необхідно прискорити темпи будівництва водоохоронних об'єктів та значно збільшити потужності систем зворотного і повторного використання вод. Особливу увагу слід приділити розробці технологій очищення стічних вод, що дозволяють створювати замкнуті системи зворотного водопостачання. Це означає, що вода, використана в промисловості або комунальному господарстві, буде очищатися до рівня, що дозволяє її повторне використання в тому ж циклі, значно зменшуючи потребу у свіжій воді. Крім того, необхідно активно розвивати маловідходні та «сухі» технології, які мінімізують або повністю виключають використання води у виробничих процесах. Важливо також прагнути до комплексної переробки забруднених вод, де використовуються не лише очищена вода, а й цінні продукти, що утворюються в процесі водоочищення, що перетворює проблему забруднення на потенційне джерело ресурсів [1,4,29].

На жаль, попри те, що на сьогоднішній день розроблено велику кількість ефективних технологій очищення для різноманітних стічних вод промисловості та комунального господарства, більшість з них освоюються надзвичайно повільно або ж зовсім не впроваджуються в життя. Ця інертність є серйозною перешкодою на шляху до сталого управління водними ресурсами. Подолання цієї проблеми вимагає не лише технічних рішень, а й економічних стимулів, законодавчої підтримки та широкого усвідомлення важливості водних ресурсів на всіх рівнях суспільства.

Мета роботи – оцінка діяльності каналізаційних очисних споруд смт. Млинів на забруднення водойм.

Об'єкт дослідження – каналізаційні очисні споруди смт. Млинів.

Предмет дослідження – екологічний стан водного басейну річки Іква після скидів очисних споруд.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Забруднення водоймищ - тиха загроза, що веде до повільних екологічних катастроф

Забруднення водоймищ – це не завжди гучна катастрофа з розливом нафти чи миттєвим мором риби. Часто це повільний, підступний процес, що з часом накопичує токсини та руйнує екосистеми, призводячи до тривалих і часто незворотних екологічних катастроф. Ці «тихі» катастрофи можуть протікати непомітно протягом десятиліть, перш ніж їхні наслідки стануть очевидними і руйнівними для природи та людини [5,8]. Механізмами та наслідками такого забруднення переважно бувають:

1. Хронічне надходження забруднюючих речовин, а саме [9]:

Промислові стоки, що, є, мабуть, найвідомішим джерелом. Заводи скидають у водойми важкі метали (свинець, кадмій, ртуть), нафтопродукти, феноли, аміак, нітрити, сульфати та інші хімічні сполуки. Навіть невеликі, але постійні викиди з часом накопичуються в донних відкладеннях, воді та живих організмах, створюючи «токсичний коктейль».

Сільськогосподарські стоки: Масштабне використання добрив (нітрати, фосфати) та пестицидів (інсектициди, гербіциди) на полях призводить до їх вимивання дощами та зрошувальними водами у річки та озера. Ці речовини спричиняють цілу низку проблем.

Побутові стічні води: Неочищені або недостатньо очищені каналізаційні стоки з міст і селищ містять органічні речовини, бактерії, віруси, фармацевтичні препарати та побутову хімію, що, надалі, призводить до кисневого виснаження та поширення хвороб.

Мікропластик: Дрібні частинки пластику, що утворюються внаслідок руйнування більших пластикових виробів, потрапляють у водойми з побутових стоків, звалищ, поглинаються водними організмами, потрапляють у харчові ланцюги, а також є переносниками інших токсинів.

Атмосферні опади: Забруднене повітря (наприклад, викидами промисловості) призводить до «кислотних дощів», які змінюють рН водойм, роблячи їх токсичними для багатьох видів.

2. Механізми розвитку «повільної катастрофи» [10,11]:

Евтрофікація: Надмірне надходження поживних речовин (нітратів і фосфатів з сільськогосподарських стоків та побутових відходів) призводить до буяння водоростей («цвітіння води»). Цей процес блокує сонячне світло для підводних рослин, а при їхньому відмиранні та розкладанні бактеріями споживається кисень з води. Це призводить до появи аноксії (безкисневих зон), де гинуть риби та інші водні організми. З часом водойма перетворюється на болото.

Накопичення токсинів (біоаккумуляція та біомагніфікація): Важкі метали, пестициди та інші стійкі органічні забруднювачі не розкладаються швидко. Вони поглинаються дрібними організмами (планктон, безхребетні), які потім стають їжею для більших хижаків. З кожною ланкою харчового ланцюга концентрація токсинів зростає (біомагніфікація), досягаючи небезпечних рівнів у рибі, хижих птахів і, зрештою, людині.

Зміна видового складу та втрата біорізноманіття: Чутливі до забруднення види зникають, поступаючи місцем більш стійким, але менш бажаним видам. Це порушує баланс екосистеми, зменшує її стійкість і здатність до самовідновлення.

Порушення гідрологічного режиму - замулення річок, накопичення сміття, зміна хімічного складу води впливають на течію, рівень води, температуру, що, у свою чергу, змінює умови існування водних організмів.

Загроза здоров'ю людини - вживання забрудненої води, споживання риби з високим вмістом токсинів, купання у забруднених водоймах можуть призвести до серйозних захворювань, включаючи онкологічні, неврологічні розлади, проблеми з репродуктивною системою, інфекційні захворювання.

3. Приклади «повільних» катастроф [10,16]:

Одним з найяскравіших прикладів є Аральське море, де надмірне відведення води для зрошення призвело до його висихання і утворення токсичних пилових бур з дна забрудненого пестицидами та добривами. Це призвело до екологічної та соціальної катастрофи.

Великі ділянки в океанах, так звані «мертві зони», особливо поблизу дельт річок з інтенсивним сільськогосподарським стоком, страждають від евтрофікації та аноксії, що робить їх непридатними для більшості морських організмів.

Просочування забруднюючих речовин з поверхневих джерел у ґрунтові води може зробити їх непридатними для пиття на десятиліття, оскільки очищення ґрунтових вод є надзвичайно складним і дорогим процесом.

Багато річок, особливо у густонаселених або промислових регіонах, втрачають свою природну здатність до самоочищення і перетворюються на носії стічних вод, втрачаючи своє значення як джерело питної води чи середовище для життя.

Шляхи запобігання та подолання забрудненню гідросфери:

- Суворе законодавство та контроль: Посилення норм скидів, ефективний моніторинг та невідворотність покарання за забруднення.
- Впровадження сучасних очисних технологій: Будівництво та модернізація очисних споруд для промислових та комунальних стоків, використання передових методів очищення.
- Зменшення використання пестицидів та добрив: Розвиток органічного землеробства, впровадження точного землеробства.
- Зменшення використання та переробка пластику: Боротьба з мікропластиком, розширення програм переробки та зменшення споживання одноразових виробів.
- Розвиток замкнутих циклів водопостачання: Повторне використання води у промисловості та побуті.
- Відновлення річкових екосистем: Програми з очищення дна, відновлення прибережних зон, зариблення.

- Підвищення екологічної свідомості: Освіта населення щодо важливості водних ресурсів та впливу забруднення.

Забруднення водоймищ, що призводить до повільних екологічних катастроф, є однією з найсерйозніших загроз сучасності. Її небезпека полягає у її підступності та довготривалості наслідків. Лише комплексний підхід, що поєднує технологічні інновації, законодавчі ініціативи та зміну споживацьких звичок, може вберегти наші водні ресурси від подальшого руйнування.

1.2 Проблеми водопостачання підприємств та скидання промислових стічних вод

Водопостачання та водовідведення є критично важливими аспектами діяльності будь-якого промислового підприємства. Однак, саме тут виникає низка складних екологічних, економічних та технологічних проблем, пов'язаних як з дефіцитом водних ресурсів, так і з впливом промислових стоків на навколишнє середовище [11,18]. Насамперед, існує *проблема водопостачання підприємств*, оскільки промисловість є одним з найбільших споживачів води, і забезпечення її потреб стає дедалі складнішим завданням.

Зростаючий дефіцит прісної води сягає глобального масштабу. Зміни клімату, зростання населення та інтенсифікація сільського господарства призводять до зменшення доступності прісної води. Підприємства змушені конкурувати за водні ресурси з іншими секторами та населенням.

Регіональні особливості, особливо в південних та східних регіонах України, а також у Криму, свідчать про обмежений доступ до прісної води. Це змушує підприємства шукати альтернативні джерела або впроваджувати суворіші режими економії. Наприклад, металургійні комбінати на Донбасі (до повномасштабного вторгнення) стикалися з проблемою стабільного водопостачання через виснаження місцевих річок та водосховищ, а також через значні втрати води в мережах.

Низька якість вихідної води пов'язана як з **природним забрудненням** - вода з природних джерел (річок, озер) може містити високий рівень природних домішок, таких як мул, водорості, завислі речовини, висока жорсткість; так і з **антропогенним** - вода, що надходить з річок, які протікають через населені пункти та промислові зони, часто вже містить сліди промислових та комунальних стоків, що вимагає додаткових витрат на її попереднє очищення перед використанням у виробничих процесах. Наприклад, підприємства, що використовують воду з річки Дніпро, яка є однією з найбільш забруднених річок України, змушені інвестувати значні кошти у складні системи підготовки води для уникнення поломок обладнання та забезпечення якості продукції [12,15,21].

Високі витрати на водопостачання пов'язані з вартістю забору та транспортування. Навіть якщо джерело води є відносно близько, витрати на насосне обладнання, трубопроводи та їхнє обслуговування можуть бути значними. Необхідність попереднього очищення води для промислових потреб (пом'якшення, демінералізація, знезараження) є значною статтею витрат, що постійно зростає зі зниженням якості вихідної води. Наприклад, фармацевтичні підприємства або виробники електроніки потребують надчистої води, що вимагає використання складних та дорогих систем зворотного осмосу, іонообмінних установок тощо.

Багато промислових підприємств в Україні успадкували *застарілу інфраструктуру* водопровідних систем ще радянських часів, які є зношеними, мають високі втрати води через витіки та вимагають постійних ремонтів. Це призводить до неефективного використання ресурсів та додаткових витрат.

Проблеми скидання промислових стічних вод

Після використання у виробничих процесах вода перетворюється на промислові стічні води, що містять різноманітні забруднюючі речовини. Їхнє скидання без належного очищення є головною причиною екологічних проблем [8,9].

Різноманітність та складність забруднень стічних вод сильно залежить від типу виробництва. У стічних водах *металургійної промисловості* містяться

високі концентрації важких металів (залізо, нікель, хром), ціанідів, фенолів, нафтопродуктів, завислих речовин. *Хімічна промисловість* дає широкий спектр органічних та неорганічних сполук, кислоти, луги, специфічні токсичні речовини. Скиди *харчової промисловості* містять високе органічне навантаження (жири, білки, вуглеводи), високу бактеріальну забрудненість, підвищений вміст фосфатів та нітратів (наприклад, від молочних заводів або м'ясокомбінатів). *Текстильна промисловість* наповнює стічні води барвниками, ПАР (поверхнево-активні речовини), важкими металами, лугами, *енергетика* (ТЕЦ, АЕС) – підвищує температуру скидів (термічне забруднення), забруднює їх солями, радіонуклідами (для АЕС). Багато з цих речовин є токсичними, мутагенними, канцерогенними, призводять до евтрофікації, загибелі водних організмів, забруднення ґрунтових вод, тобто існує небезпека для екосистем.

Недостатня ефективність очисних споруд

Багато підприємств використовують *застарілі* механічні та біологічні методи очищення, які не здатні ефективно видаляти складні органічні забруднення, важкі метали, фармацевтичні рештки, мікропластик.

Очисні споруди можуть бути розраховані на менші обсяги стоків, ніж фактичні, що призводить до скидання неочищених або недостатньо очищених вод. Це свідчить про *недостатню потужність* очисних споруд [4,5].

Для специфічних забруднень потрібні спеціалізовані методи (наприклад, адсорбція, іонний обмін, мембранні технології, окислення), які часто *відсутні* або є *економічно невигідними* для підприємств. Наприклад, комунальні очисні споруди, які приймають промислові стоки, часто не розраховані на видалення специфічних промислових забруднень (наприклад, хрому з гальванічного виробництва або лікарських засобів з фармацевтичних фабрик). Це призводить до того, що ці речовини проходять крізь систему очищення і потрапляють у водойми.

Економічний тиск та штрафи

Впровадження та експлуатація сучасних, ефективних систем очищення вимагає *значних інвестицій та поточних витрат*. Це часто спонукає

підприємства до пошуку шляхів мінімізації витрат, іноді за рахунок навколишнього середовища.

Попри наявність штрафів за скиди забруднень, їхній розмір часто є недостатнім для стимулювання підприємств до модернізації. Деякі підприємства можуть вважати дешевше сплачувати штрафи, ніж інвестувати в дорогі очисні системи.

«Сірі схеми» та незаконні скиди

На жаль, поширеними є випадки несанкціонованих скидів неочищених або недостатньо очищених стічних вод безпосередньо у водойми або через каналізаційні системи, мінаючи очисні споруди. Це ускладнює моніторинг та контроль, призводить до непередбачуваних екологічних наслідків. Наприклад, неодноразові повідомлення про несанкціоновані скиди від окремих агропідприємств (наприклад, свинокомплексів) або цукрових заводів в річки, що призводить до масової загибелі риби через органічне забруднення та кисневе виснаження.

Шляхи вирішення проблем

Для подолання цих викликів необхідний комплексний підхід [6,28]:

1. Впровадження найкращих доступних технологій (НДТ) тобто стимулювання підприємств до використання сучасних, ефективних методів очищення та водозбереження.
2. Замкнені цикли водопостачання, а саме максимальне повторне використання води у виробничих процесах (оборотне водопостачання), мінімізація скидів.
3. «Сухі» та маловідходні технології - модернізація виробничих процесів для зменшення або повного виключення використання води та утворення стічних вод.
4. Посилення державного контролю та моніторингу - збільшення кількості перевірок, впровадження автоматизованих систем моніторингу скидів.
5. Економічні стимули - запровадження податкових пільг для підприємств, які інвестують в екологічні технології, збільшення штрафів за забруднення.

6. Екологічна відповідальність бізнесу тобто формування культури екологічної відповідальності серед підприємців та менеджерів.
7. Наукові дослідження та розробки, а саме інвестиції у розвиток нових, ефективніших та дешевших методів очищення стічних вод.

Проблеми водопостачання та скидання промислових стічних вод є взаємопов'язаними та вимагають негайного та системного вирішення для забезпечення стійкого розвитку та збереження водних ресурсів України та світу.

1.3. Методи і принципи каналізування стічних вод

Стічні води — це не просто відпрацьована рідина; це води, що зазнали значних змін у своєму складі та властивостях після використання для різноманітних побутових, промислових або інших потреб. Ці зміни виникають внаслідок додавання органічних та неорганічних домішок, бактерій, хімічних речовин та інших забруднювачів. Окрім використаних вод, до стічних відносять також **поверхневі стоки**, що утворюються на територіях населених пунктів та промислових об'єктів внаслідок атмосферних опадів, таких як дощі, танення снігу чи граду [11,14,15]. Ці поверхневі води можуть бути надзвичайно забруднені, оскільки вони змивають з поверхонь доріг, дахів, промислових майданчиків різноманітні забрудники, включаючи важкі метали, нафтопродукти, мікроорганізми, пил та сміття. Тому скидання таких вод без належного очищення у природні водойми є неприпустимим з екологічних та санітарних міркувань.

Залежно від **походження, виду та якісних характеристик забруднювачів**, стічні води поділяються на три основні категорії:

1. **Побутові (господарсько-фекальні) стічні води:** Ця категорія охоплює води, що утворюються в житлових будинках, громадських закладах, лікарнях, пральнях, їдальнях та інших об'єктах, де відбувається повсякденна життєдіяльність людини. Вони поділяються на:

Фекальні води: Забруднені переважно фізіологічними нечистотами людини. Вони містять велику кількість органічних речовин, азоту, фосфору, патогенних

мікроорганізмів та вірусів, що робить їх потенційно небезпечними для здоров'я людини та довкілля.

Господарські води: Забруднені різними побутовими відходами, такими як залишки їжі, мийні засоби, жири, волосся тощо. Хоча вони можуть бути менш небезпечними, ніж фекальні, їхній вплив на водні об'єкти також значний через високий вміст органіки та фосфатів.

2. Виробничі (промислові) стічні води: Це води, що утворюються в результаті технологічних процесів на промислових підприємствах. Їхній склад і властивості надзвичайно різноманітні і залежать від конкретного виробництва. Вони можуть містити широкий спектр забруднювачів: від нетоксичних до високотоксичних речовин, важких металів, кислот, лугів, органічних сполук, завислих речовин, високих температур та радіоактивних елементів. За концентрацією забруднювачів виробничі стічні води умовно поділяються на:

Чисті води: Це води, що використовувалися переважно для охолодження обладнання, двигунів або поверхонь. Хоча вони можуть містити незначну кількість забруднювачів (наприклад, продукти корозії або невеликі витіки), їх часто розглядають як "умовно чисті" і за певних умов їх можна скидати без глибокого очищення або використовувати повторно в системі оборотного водопостачання.

Мало забруднені води (умовно чисті): До цієї групи належать води, що утворюються, наприклад, після промивання готової продукції. Вони мають помірний рівень забруднення, що дозволяє застосовувати менш інтенсивні методи очищення або використовувати їх для інших технічних потреб.

Брудні води: Це найбільш забруднені виробничі стоки, що містять високі концентрації небезпечних речовин. Їхній склад визначається специфікою технологічного процесу і може вимагати складних та багатоступеневих систем очищення.

3. Атмосферні (поверхневі) стічні води: Як зазначалося вище, це води, що утворюються внаслідок атмосферних опадів (дощ, сніг, град, танення снігу). Вони змивають з міських та промислових територій різноманітні

забруднювачі: пісок, мул, пил, нафтопродукти, реагенти для обробки доріг, мікроорганізми. Особливо забрудненими є стоки з промислових зон, де можуть бути присутні специфічні промислові забруднювачі.

Практично на всіх промислових підприємствах утворюються як виробничі, так і побутові стічні води. Усі ці потоки потребують організованого відведення та подальшої обробки за допомогою системи **каналізації**.

Каналізація – це комплексний підхід до управління стічними водами. **Каналізація**, або **каналізування**, — це комплексна інженерна система, що включає в себе не лише мережу трубопроводів, а й цілий ряд технічних, санітарних та організаційних заходів. Її основна мета — забезпечити:

1. *Організований збір стічних вод*: Ефективне збирання всіх видів стічних вод з житлових, громадських та промислових зон.
2. *Відведення по трубопроводах*: Безперебійне транспортування зібраних вод до очисних споруд.
3. *Очищення*: Видалення забруднюючих речовин до допустимих норм.
4. *Знешкодження*: Перетворення небезпечних речовин на безпечні форми.
5. *Знезараження*: Знищення патогенних мікроорганізмів.

Після всіх етапів обробки очищені та знезаражені стічні води скидаються у природні водойми або використовуються для технічних потреб.

Попереднє Очищення Виробничих Стічних Вод

У деяких випадках, через надзвичайно складний або висококонцентрований склад, виробничі стічні води неможливо або економічно недоцільно очищати безпосередньо на підприємстві до стандартів скидання у водойми. Однак їхнє **попереднє очищення** та змішування з побутовими стоками може значно спростити подальшу обробку на міських очисних спорудах. Це пояснюється тим, що побутові стоки містять необхідні для біологічного очищення мікроорганізми та біогенні елементи, які можуть допомогти у деградації деяких промислових забруднювачів [11,12,24].

Проте, скидання виробничих стічних вод до міської каналізації можливе лише за суворого дотримання встановлених **нормативів та вимог**. Ці вимоги

стосуються максимально допустимих концентрацій забруднювачів, температури, рН, наявності агресивних речовин тощо. Недотримання цих норм може призвести до:

1. **Пошкодження каналізаційних мереж:** Агресивні речовини (кислоти, луги) можуть спричинити корозію трубопроводів та обладнання.
2. **Порушення роботи міських очисних споруд:** Забруднювачі можуть пригнічувати життєдіяльність мікроорганізмів, що відповідають за біологічне очищення, або ж перевантажувати механічні та фізико-хімічні стадії очищення.
3. **Забруднення навколишнього середовища:** Недостатньо очищені стоки можуть потрапляти у водойми, спричиняючи екологічні катастрофи.

Саме тому **попередня обробка (локальне очищення) виробничих стічних вод** на підприємстві є критично важливою. Вона може включати:

Проціджування: Видалення великих механічних домішок (сміття, волокна).

Відстоювання: Видалення завислих речовин та нерозчинних домішок шляхом гравітаційного осадження.

Нейтралізацію: Корекція рН до встановлених меж (зазвичай 6,5–9) за допомогою додавання кислот або лугів, якщо стоки є занадто кислими чи лужними. Це запобігає корозії та забезпечує оптимальні умови для подальших біологічних процесів.

Механічне або механо-хімічне очищення: Застосування фільтрації, коагуляції, флокуляції для видалення дрібних завислих частинок, колоїдних та деяких розчинених речовин.

Регулювання скидання: Контроль та рівномірний розподіл скидання стічних вод протягом доби, щоб уникнути пікових навантажень на міські очисні споруди.

У випадках, коли у суміші виробничих та побутових стічних вод, що надходить на очисні споруди, бракує **біогенних елементів** (таких як азот і фосфор), які є необхідними для нормального функціонування мікроорганізмів у процесі біологічного очищення, ці елементи можуть бути спеціально додані у вигляді солей Фосфору, Калію тощо.

Ефективне та економічно доцільне каналізування стічних вод промислових підприємств потребує комплексного підходу та ретельного аналізу. При виборі методів слід враховувати такі **аспекти**:

1. *Кількість, склад та властивості стічних вод*: Необхідно провести детальний аналіз стічних вод з кожного цеху, визначити їхній об'єм, концентрацію та тип забруднювачів, а також режим їхнього утворення та відведення (постійний, періодичний, залпові скиди). Це дозволить обрати найбільш ефективні технології очищення та визначити потребу в локальних очисних спорудах.

2. *Можливість зменшення кількості забруднених вод та повторне використання*. Це один з найважливіших принципів раціонального водокористування. Підприємства повинні прагнути до:

- Раціоналізації технологічних процесів, а саме до впровадження безвідходних або маловідходних технологій, оптимізація водоемних процесів, використання сухих методів обробки.
- Впровадження систем оборотного водопостачання. Максимальне повторне використання очищених стічних вод всередині підприємства для тих процесів, де це дозволяє якість води. Це значно зменшує обсяг скидів та потреби у свіжій воді.
- Каскадного використання води. Застосування води, що була використана в одному процесі, для інших процесів з менш жорсткими вимогами до якості води. Наприклад, охолоджувальна вода може бути використана для промивання або технологічних потреб.

3. *Доцільність вилучення та використання цінних речовин*. Промислові стічні води часто містять цінні компоненти (наприклад, метали, органічні розчинники, реагенти), які можуть бути вилучені та повернуті у виробничий цикл. Це не тільки зменшує забруднення, але й дозволяє отримати додатковий прибуток, перетворюючи стічні води з проблеми на ресурс.

Розглядаючи всі ці варіанти, першочерговим завданням є пошук рішень, які дозволяють мінімізувати або повністю виключити скидання стічних вод у

водойми. Це може бути досягнуто за рахунок повного або часткового повторного використання води, або ж шляхом вилучення з неї цінних речовин, що робить процес водокористування більш стійким та екологічно відповідальним.

1.4 Сучасні методи очищення стічних вод

Сучасні методи очищення стічних вод є комплексними і зазвичай включають декілька етапів, щоб забезпечити високу якість очищеної води та мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Ось декілька ключових сучасних методів:

1. Механічне очищення: Цей етап є первинним і спрямований на видалення великих нерозчинних домішок. До сучасних підходів тут відносяться:

Використання вдосконалених *реши́ток та сит* з дрібними проміжками для ефективного затримання сміття, волокон та інших великих частинок.

Пісковловлювачі та жи́роловки, сучасні конструкції яких дозволяють ефективніше видаляти пісок, гравій, а також жири та нафтопродукти, що плавають на поверхні.

Первинні оптимізовані відстійники, що забезпечують краще осадження завислих речовин.

2. Фізико-хімічне очищення застосовується для видалення розчинених домішок та тонкодисперсних завислих речовин, які не були видалені механічним шляхом.

Коагуляція та флокуляція дозволяє ефективніше агрегувати дрібні частинки, що робить їх легшими для подальшого видалення (наприклад, шляхом осадження або флотації).

Флотація - використання мікробульбашкової флотації дозволяє ефективніше видаляти жири, нафтопродукти та інші легкі домішки, які спливають на поверхню.

Сорбція- застосування адсорбентів, таких як активоване вугілля, для видалення органічних забруднень, кольору, запаху та деяких важких металів.

Іонний обмін ефективний для видалення іонів металів, солей та інших розчинених речовин.

Електрохімічні методи (електрокоагуляція, електродіаліз). Використання електричного струму для агрегування забруднень або їх розділення. Ці методи стають все більш популярними завдяки своїй ефективності та можливості автоматизації.

3. Біологічне очищення - один з найважливіших етапів для видалення органічних забруднень за допомогою мікроорганізмів [2,4]. Сучасні підходи включають:

Аеротенки з активним мулом оптимізовані для забезпечення оптимальних умов для росту та життєдіяльності мікроорганізмів, що розкладають органічні речовини. Використовуються різні конфігурації аеротенків, включаючи аеротенки-витіснювачі, аеротенки-змішувачі та секвенційні реактори періодичної дії (SBR).

Мембранні біореактори (MBR) - одна з найсучасніших технологій, що поєднує біологічне очищення з мембранним фільтруванням. Мембрани замінюють вторинні відстійники, забезпечуючи високу якість очищеної води без завислих речовин та патогенних мікроорганізмів. MBR дозволяють значно зменшити площу очисних споруд та підвищити концентрацію активного мулу, що робить процес ефективнішим.

Біологічні фільтри (біофільтри) з різними типами завантаження дозволяють ефективно очищати стічні води.

Нітрифікація та денітрифікація - це процеси, що використовуються для видалення сполук азоту (амонію, нітратів) зі стічних вод за допомогою специфічних мікроорганізмів. Сучасні системи включають зони з різними умовами (аеробні, анаеробні, аноксидні) для послідовного перетворення азоту.

Видалення фосфору - застосування біологічних методів для видалення фосфору, коли мікроорганізми накопичують його у своїх клітинах, або хімічних методів з використанням реагентів.

4. Доочищення та дезінфекція: Після основних етапів очищення, вода може потребувати додаткової обробки для досягнення необхідних стандартів якості.

Ультрафільтрація та мікрофільтрація - мембранні технології для видалення дуже дрібних частинок, бактерій та вірусів.

Використання *озону* для дезінфекції та окислення органічних забруднень.

Ультрафіолетове (УФ) знезараження: знищує мікроорганізми без використання хімічних реагентів, що є екологічно безпечнішим.

Хлорування/знезараження гіпохлоритом: метод дезінфекції.

5. Обробка осадів: Сучасні підходи також зосереджені на ефективній обробці осадів, що утворюються в процесі очищення стічних вод [2]:

Анаеробне зброджування (метангенерація): Отримання біогазу (метану) з органічного осаду, що дозволяє виробляти енергію та зменшувати об'єм відходів. Це є важливим елементом сталого розвитку очисних споруд.

Механічне зневоднення: Використання центрифуг, фільтр-пресів для зменшення вологості осаду, що полегшує його подальшу утилізацію.

Компостування та використання в сільському господарстві: Очищений і стабілізований осад може бути використаний як добриво.

Термічна обробка (спалювання, піроліз): Використання для зменшення об'єму осаду та отримання енергії.

Вибір конкретних методів залежить від складу стічних вод, вимог до якості очищеної води, доступності технологій та економічної доцільності. Сучасні очисні споруди часто поєднують різні методи для досягнення максимальної ефективності.

2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Коротка гідрографічна і морфометрична характеристика

Річка Іква є правою притокою Стиру (басейн Дніпра) і протікає через три області України: Львівську, Тернопільську та Рівненську. Селище міського типу Млинів Рівненської області розташоване на її берегах, і річка тут відіграє значну роль.

2.2 Загальна характеристика річки Іква

Довжина: 155 км. Площа басейну: 2250 км². Витік: поблизу села Черниця Бродівського району Львівської області. Течія: Волинською височиною.

Долина річки: у верхів'ї коритоподібна, з крутими схилами, нижче розширюється до 5 км і більше. Заплава: переважно двостороння, подекуди заболочена, шириною від 100–200 до 650 м. Річище: слабозвивисте, на окремих ділянках зарегульоване ставками та водосховищами. Живлення: змішане, переважно снігове. Середня витрата води: 5,5 м³/сек, максимальна — 77 м³/сек.

Басейн річки Іква в районі смт Млинів

У районі смт Млинів річка Іква утворює значне Млинівське водосховище. Це руслове водосховище, що є важливою складовою басейну Ікви в цій місцевості.

Розташування: поблизу смт Млинів, за 52 км від місця впадіння Ікви в Стир.

Площа: за різними даними, 440 га або 580 га, до 300 га (залежить від того, яку акваторію вважати водосховищем). Об'єм води: 6,55 млн м³.

Використання: Млинівське водосховище є популярним місцем для риболовлі. Тут водиться лящ, плотва, окунь, сом, щука, плоскирка, карась, лин, короп, уклейка, краснопірка. Риболовля переважно безкоштовна.

Історична довідка: Давня назва водосховища – Перинівське, створене, ймовірно, за часів панської Польщі для військових цілей.

Екологічний стан

На жаль, річка Іква, включаючи її ділянки в районі Млинова, має певні екологічні проблеми. Є повідомлення про забруднення річки неочищеними

стоками з міських каналізацій, що може призводити до погіршення якості води. Ця проблема потребує вирішення для збереження екологічного стану басейну річки.



Загалом, басейн річки Іква в смт Млинів характеризується наявністю значного водосховища, що має господарське та рекреаційне значення, але також стикається з викликами, пов'язаними з антропогенним впливом.

Гідрографічна та морфометрична характеристика місцевості смт Млинів, зосереджена на річці Іква та Млинівському водосховищі:

2.3 Гідрографічна характеристика

Водна артерія: Річка Іква (права притока Стиру, басейн Дніпра).

Тип річки: Рівнинна, із змішаним живленням (переважно сніговим).
Характеризується слабозвивистим річищем.

Водосховище: Млинівське (руслове) водосховище на річці Іква.

Водний режим: Замерзання на початку грудня, скресання на початку березня.

Характерні весняні повені.

2.4 Морфометрична характеристика

Річка Іква (в районі Млинова): Ширина річища: Від 5 до 25 м; Глибина: 0,5–2,2 м. Похил річки: 0,89 м/км (характеризує незначний ухил, типовий для рівнинних річок). Долина річки: Широка (до 5 км і більше), заплава двостороння, подекуди заболочена (ширина від 100–200 до 650 м).

Млинівське водосховище

Площа водного дзеркала: Досить значна, за різними даними 440 га, 580 га, або до 300 га. Об'єм води: 6,55 млн м³. Довжина: 7 км (вздовж річища). Максимальна ширина: 600 м. Глибина: Середня близько 5 м, максимальна до 8 м. Характер дна: Плесо та русло з твердим, злегка замуленим дном; прибережна акваторія більш замулена і поросла рослинністю (очеретом).

Ці параметри свідчать про те, що річка Іква в районі Млинова є типовою рівнинною річкою, а Млинівське водосховище є значною водоймою, що суттєво впливає на гідрографічний ландшафт місцевості.

Основні гідрографічні і морфометричні характеристики у розрахункових створах приведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Гідрографічні і морфометричні характеристики у розрахункових створах, км

ріка	Створ	F, км ²	Дов- жина, L	I _{сер.} , %	F лісу, %	F боліт, %	Коефі- цієнт звивис- тості	Коефі- цієнт горст- кості
Іква	2	170	7	3,0	12,0	5,0	1,01	0,33

2.5 Кліматична характеристика басейну

Басейн річки Іква в смт Млинів Рівненської області знаходиться в зоні помірно-континентального клімату, для якого характерні чітко виражені пори року: м'яка зима з частими відлигами та тепле, вологе літо.

Основні кліматичні характеристики

Температурний режим:

- Середньорічна температура: близько +7.7 °С.

- *Січень (найхолодніший місяць)*: середня температура близько -4.0°C . Зима настає наприкінці листопада, стійкий сніговий покрив утворюється в кінці грудня - першій декаді січня. Товщина льоду на річках може досягати 15-40 см, проте льодовий покрив нестійкий.

- *Липень (найтепліший місяць)*: середня температура близько $+18.2^{\circ}\text{C}$. Літо триває з кінця травня до вересня, це період найвищих температур повітря та ґрунту.

- *Період з температурою вище $+10^{\circ}\text{C}$* : близько 160 днів.

Опади:

- *Середньорічна кількість опадів*: 600–700 мм, в окремих джерелах для Рівненської області вказується 613 мм.

- *Розподіл опадів*: Найбільше опадів випадає влітку (максимум у червні-липні), найменше — взимку. Липень може бути найвологішим місяцем (близько 86 мм), січень — найсухішим (близько 32 мм). Влітку часто спостерігаються зливи, грози, іноді град.

- *Сніговий покрив*: Утворюється в другій половині грудня і утримується до першої декади березня. Середня висота снігового покриву незначна (10–15 см).

Вологість повітря: Відносна вологість повітря змінюється протягом року. В середньому може бути досить високою, особливо у вологі періоди (близько 80-90% і вище).

Вітровий режим: Переважають західні вітри, що приносять повітряні маси з Атлантичного океану, зумовлюючи значну хмарність, опади та швидку зміну погоди.

Сонячне сяйво: Тривалість сонячного сяйва є найдовшою в липні (близько 16 годин 20 хвилин) та найкоротшою в грудні (близько 8 годин 10 хвилин).

Таким чином, клімат басейну річки Іква в районі Млинова є типовим для зони Полісся та Західного Поділля, що характеризується помірною температурою, достатньою кількістю опадів та вираженими сезонними змінами.

2.6 Гідрологічний режим

Гідрологічний режим річки Іква в районі смт Млинів Рівненської області визначається її розташуванням у помірно-континентальній кліматичній зоні та характеризується наступними основними рисами:

1. *Живлення річки* - змішане, переважно снігове, тобто основний об'єм води річка отримує за рахунок танення снігового покриву навесні. Значну роль також відіграють дощові опади, особливо в літньо-осінній період, та підземні води.

2. *Річний хід рівнів води:*

- Весняна повінь - це найвищий і найтриваліший підйом рівня води, спричинений інтенсивним таненням снігу. Для Ікви характерна весняна повінь, яка може становити значну частку річного стоку (до 48-50%).

- *Літньо-осіння межень з дощовими наводками* означає, що влітку та восени рівень води, як правило, знижується (межень), проте часто переривається дощовими наводками. Ці паводки можуть бути раптовими, але зазвичай невисокі (0,5-0,4 м над умовним рівнем).

- *Зимова межень* - коли рівень води є найнижчим, оскільки основне живлення річки припиняється через замерзання. Можливі незначні підйоми рівня води під час відлиг.

3. *Льодовий режим:*

Замерзання, зазвичай, відбувається на початку грудня.

Скресання - річка скресає на початку березня.

Нестійкий льодовий покрив, завдяки частим відлигам та м'яким зимам, льодовий покрив може бути нестійким, з утворенням ополонки. Товщина льоду може коливатися від 15 до 40 см.

4. *Витрати води:*

Середня багаторічна витрата води для річки Іква біля смт Млинів (за даними гідрологічних постів, що функціонують з 1939 року) становить близько 5,5 м³/с. Максимальні витрати можуть сягати 77 м³/с (зафіксовані в минулому, для Ікви загалом, не лише біля Млинова).

Мінімальні (меженні) витрати в літній період можуть бути значно меншими, що створює певні труднощі для господарсько-побутового використання води.

5. Вплив Млинівського водосховища:

Регулювання стоку: Млинівське водосховище, як руслове водосховище, відіграє роль регулятора стоку річки Іква. Воно здатне акумулювати воду під час повеней, зменшуючи їхню пікову інтенсивність нижче за течією, та віддавати воду під час межені, підтримуючи мінімальні рівні.

Зміни гідрологічних параметрів: Наявність водосховища змінює природний гідрологічний режим річки, впливаючи на температурний режим води, швидкість течії, процеси замулення та біогенні характеристики.

6. Якість води:

На жаль, гідрологічний режим району також відчуває антропогенний вплив, зокрема через скиди неочищених або недостатньо очищених стічних вод, що впливає на якість води в річці та водосховищі, особливо в літній період, коли може спостерігатися дефіцит розчиненого кисню та явища задухи риби.

Таким чином, гідрологічний режим річки Іква в районі Млинова є типовим для рівнинних річок Західного Полісся з вираженою весняною повінню, дощовими паводками та значним впливом Млинівського водосховища на його характеристики.

2.7 Методика відбору, зберігання і транспортування проб води

Дослідження проводились в районній лабораторії Держуправління екобезпеки у Рівненській області (м. Дубно) протягом 2024 року.

У роботі використовували методики, які затверджені Державним міністерством екологічної безпеки України, 2008 [6, 10, 13, 15, 18, 22, 30].

Для аналізу якості води, критично важливо дотримуватися правильної методики відбору, зберігання та транспортування. Це гарантує, що результати аналізу будуть достовірними і відображатимуть реальний стан води на момент відбору.

1. Відбір проб води

Правильний відбір проб є основою достовірного аналізу. Дотримувались таких кроків:

- Використовували чисті, стерильні (для мікробіологічного аналізу) скляні або пластикові пляшки необхідного об'єму (зазвичай 1-2 л). Промивали ємність водою, що відбирали 2-3 рази (крім стерильних).
- Точка відбору - з водойми. Відбирали проби подалі від берега, на глибині 0.2-0.5 м, уникаючи забруднених ділянок.
- Наповнювали ємність доверху (для хімічних аналізів) або залишали 2-3 см повітря (для мікробіологічних). Щільно закривали ємності.

2. Зберігання проб води

Зберігали проби при $+2^{\circ}\text{C}$ до $+8^{\circ}\text{C}$ (в холодильнику або термоконтейнері з льодом) для уповільнення процесів.

Терміни: *Мікробіологічні*: Аналізували протягом 2-6 годин (максимум 24 год).

Хімічні: Чим швидше, тим краще. Деякі показники (рН, кисень, хлор) аналізували на місці або протягом години. Інші – залежно від стабільності, до кількох днів. Проби зберігали в темному місці або в темних ємностях. У деяких випадках використовували хімічну консервацію (за інструкцією фахівця).

3. Транспортування проб води

Ефективне транспортування є продовженням процесу зберігання.

З метою контролю температури використовували термоконтейнери з акумуляторами холоду.

Щоб уникнути пошкоджень та витоків ємності були надійно зафіксовані. Чітко маркували кожну ємність, вказували дату, час, місце відбору, відповідальну особу та складали супровідний документ.

Доставляли проби до лабораторії якомога швидше, дотримуючись усіх вищезгаданих умов.

Отже, дотримання цих рекомендацій забезпечує максимально можливу достовірність результатів аналізу води, що є критично важливим для оцінки якості довкілля, безпеки питної води або контролю виробничих процесів.

2.8 Методики дослідження органолептичних властивостей води

Органолептичні властивості води — це ті, що сприймаються органами чуття людини: зір (прозорість, колір, мутність), нюх (запах) і смак (присмак). Їхнє дослідження є першим кроком в оцінці якості води, оскільки вони сигналізують про можливі зміни у її складі, хоча й не вказують на конкретні забруднювачі чи їхню концентрацію.

1. Дослідження прозорості та мутності

Прозорість — це здатність води пропускати світло. Вона залежить від наявності завислих частинок. **Мутність** — це показник вмісту цих завислих частинок.

Методика:

Візуальна оцінка: Наберіть пробу води у прозору склянку. Візуально оцініть наявність завислих частинок, пластівців, осаду.

Визначення за шрифтом (для прозорості): Використовуйте циліндр (висотою 25–30 см, діаметром 3 см) з плоскодонним дном. Під циліндр підкладають текст зі шрифтом, відповідним до встановленого стандарту (наприклад, шрифт Снеллена). Воду наливають у циліндр доти, доки шрифт не стане нечитабельним. Висота стовпа води, за якої текст ще можна прочитати, і буде показником прозорості у сантиметрах. Чим вище цей стовп, тим прозоріша вода.

Визначення мутності (турбідиметрія/нефелометрія): Для точного визначення використовують прилади — турбідиметри або нефелометри. Ці прилади вимірюють розсіювання світла завислими частинками у воді та виражають мутність у одиницях NTU (нефелометричні одиниці мутності) або FTU (формазинові одиниці мутності). Для цього пробу води поміщають у кювету приладу, і він автоматично вимірює показник.

2. Дослідження кольору

Колір води може бути спричинений розчиненими органічними речовинами (гумінові та фульвокислоти), сполуками заліза, марганцю, промисловими забрудненнями.

Методика:

Візуально: Порівняння з дистильованою водою або еталонною шкалою.

Кольорометрія: Вимірювання у градусах кобальто-платинової шкали за допомогою колориметрів.

3. Дослідження запаху

Запах води може бути спричинений органічними речовинами, які розкладаються, продуктами життєдіяльності мікроорганізмів, промисловими стоками, хлоруванням тощо.

Методика:

Оцінка (20°C та 60°C): Наберіть 50-100 мл води у склянку з пробкою. Струсіть, відкрийте, оцініть.

Шкала: 0 (відсутній) – 5 (дуже сильний) балів.

Опишіть характер запаху (наприклад, хлорний, гнилісний).

4. Смак і присмак

Смак – відчуття від розчинених речовин (солоний, гіркий тощо).

Присмак – додаткові відтінки від домішок (металевий, хлорний).

Методика:

Оцінка: Проводиться досвідченими аналітиками. Невелика кількість води набирається в рот для оцінки.

Шкала: 0 (відсутній) – 5 (дуже сильний) балів (як для запаху).

Загальні рекомендації:

1. Використовуйте чистий, інертний посуд.
2. Відбір проб – за стандартними правилами.
3. Для достовірності – кілька незалежних експертів.
4. Органолептичні показники – це індикатори, для повної оцінки потрібен комплексний фізико-хімічний та мікробіологічний аналіз.

2.9 Дослідження хімічних властивостей води

Визначення водневого показника (рН) води. Водневий показник (рН) води вимірюється на рН-метрі будь-якої моделі зі скляним електродом та похибкою вимірювань, що не перевищує 0,1 рН.

Методика визначення вмісту загального заліза у воді

Визначення вмісту **загального заліза** у воді найчастіше базується на його здатності утворювати забарвлені комплекси, інтенсивність яких пропорційна концентрації заліза.

Утворення забарвленого комплексу:

До підготовленої проби додають спеціальний хромогенний реагент, який утворює забарвлену сполуку з Fe(II). Найпоширеніші реагенти:

1,10-фенантролін: Утворює інтенсивний червоно-оранжевий комплекс. Це один з найпоширеніших і найнадійніших реагентів.

2,2'-біпіридил: Також утворює червоно-оранжевий комплекс.

Феррозин (3-(2-піридил)-5,6-дифеніл-1,2,4-триазин-4',4''-дисульфонова кислота натрієва сіль): Високочутливий реагент, що дає фіолетовий комплекс. Він має переваги у широкому діапазоні рН і меншій чутливості до інтерференцій. Реакцію проводять при певному рН, який оптимальний для утворення комплексу (зазвичай слабкокисло середовище, що підтримується буферними розчинами, наприклад, ацетатним буфером). Залежно від вмісту заліза у воді інтенсивність утворюваного забарвлення різна. Про це свідчать дані наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - **Вміст заліза у воді** [1].

Забарвлення при розгляданні збоку	Забарвлення при розгляданні зверху вниз	Вміст заліза, мг/л
Забарвлення немає	Забарвлення немає	Менше 0,05
Ледь помітне жовтувато-рожеве	Надзвичайно слабке жовтувато-рожеве	0,1
Дуже слабке жовтувато-блідо-рожеве	Слабке жовтувато-блідо-рожеве	0,25
Слабке жовтувато-блідо-рожеве	Ясно-жовтувато-блідо-рожеве	0,5
Ясно-жовтувато-блідо-рожеве	Жовтувато-рожеве	1,0
Сильне жовтувато-блідо-рожеве	Жовтувато-червоне	2,0
Червоне	Яскраво-червоне	Понад 2,0

Методики визначення аніонів у воді

Хлориди (Cl^-)

Визначення хлоридів ґрунтується на титрометричному осадженні іонів Cl^- аргентум нітратом (AgNO_3). Індикатором слугує хромат калію (K_2CrO_4). Реакція супроводжується зміною кольору розчину з жовтого на оранжево-жовтий після повного осадження хлоридів.

Сульфати (SO_4^{2-})

Ця методика базується на осадженні сульфатів хлоридом барію (BaCl_2) у кислому середовищі з утворенням білого осаду BaSO_4 . Осад потім розчиняють розчином трилону Б, кількість якого є еквівалентною вмісту SO_4^{2-} у воді.

При високій концентрації SO_4^{2-} (понад 250 мг/л) воду слід розбавити. При низькій (менше 50 мг/л) — збільшити об'єм зразка або сконцентрувати SO_4^{2-} шляхом випаровування підкисленої води.

Нітрити (NO^{2-})

Визначення нітритів базується на реакції з реактивом Грісса (суміш сульфанілової кислоти та α -нафтиламіну в оцтовій кислоті). Результатом є утворення червоної азофарби, інтенсивність забарвлення якої корелює з концентрацією нітритів.

У чистих природних водах вміст азоту нітритів не перевищує 0,005 мг/л (Держстандарт 2874-82).

Нітрати (NO_3^-)

Спектрофотометричний метод

Метод полягає у взаємодії нітрат-іонів з саліциловою кислотою в сірчанокиислому середовищі, що утворює жовтозабарвлені нітросаліцилові кислоти в лужному середовищі. Інтенсивність забарвлення прямо пропорційна концентрації NO_3^- . Вимірювання світлопоглинання проводять при $\lambda=440$ нм.

Якісні реакції

Для якісного виявлення NO_3^- використовують дифеніламін або бруцин у присутності концентрованої сульфатної кислоти. Наявність нітратів призводить

до появи синього (з дифеніламіном) або рожевого, що змінюється на жовте (з бруцином) забарвлення.

Вміст нітратів у питній воді не повинен перевищувати 45,0 мг/л (Держстандарт 2874-82).

Ці методи є ключовими для аналізу хімічного складу води та контролю її відповідності нормативним вимогам.

Біохімічне споживання кисню (БСК₅)

БСК₅ — це показник кількості кисню, необхідного аеробним бактеріям для розкладання органічних речовин у 1 літрі води протягом 5 днів. Високе БСК₅ свідчить про значне органічне забруднення та зниження рівня розчиненого кисню.

Методика базується на йодометричному титруванні: взаємодія MnSO_4 та KI утворює осад MnO_2 , який розчиняють сірчаною кислотою. Отриманий розчин титрують тіосульфатом натрію ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

Хімічне споживання кисню (ХСК)

ХСК — це міра загального вмісту відновників (органічних та неорганічних) у воді, які окиснюються дихроматом калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) у сірчаноокислому середовищі. Результат виражають у мг O_2 /л.

Пробу води кип'ятять з $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ та HgSO_4 у сірчаноокислому розчині протягом 2 годин. Після охолодження розчин титрують сіллю Мора з індикатором фероїном до зміни кольору з синьо-зеленого на червоно-коричневий. Проводять паралельний контрольний дослід.

Вміст аміаку (за Неслером)

Визначення аміаку важливе, оскільки азотні сполуки є індикаторами органічного забруднення та токсичності води. Аміак накопичується внаслідок розкладання білків і надалі окиснюється мікроорганізмами до нітритів та нітратів (процес самоочищення).

Методика ґрунтується на колориметричній реакції іона NH_4^+ з реактивом Неслера, що утворює характерну жовту сполуку йодистого меркурамонію.

Рівняння реакції: $\text{NH}_3 + 2\text{K}_2(\text{HgI}_4) + 3\text{KOH} \rightarrow 7\text{KI} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_2\text{Hg}_2\text{OI}$.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Каналізування стічних вод

Виробничі стічні води значно відрізняються за своїм складом і часто є нестабільними, що унеможливорює їх безпосереднє очищення на підприємствах. Проте, їхня очистка значно спрощується при змішуванні з побутовими стічними водами. Однак, скидання виробничих стічних вод у міську каналізацію дозволяється лише за умови їх відповідності певним вимогам.

Попередня обробка виробничих стічних вод

Згідно з цими вимогами, виробничі стічні води перед скиданням у міську каналізацію обов'язково проходять попередню обробку безпосередньо на підприємстві. Ця обробка може включати: проціджування, відстоювання, нейтралізацію.

Метод обробки обирається залежно від характеристик домішок, які потрібно видалити.

Умови для спільного біохімічного очищення

Для забезпечення ефективної роботи очисних споруд міської каналізації при спільному біохімічному очищенні виробничих і побутових стічних вод необхідно дотримуватися таких умов:

1. Температура суміші, що очищається, повинна бути в межах 6-30°C.
2. Загальна концентрація розчинених солей у суміші не повинна перевищувати 10 г/л.

- Біологічне споживання кисню (БСК₂₀) суміші не повинно бути вищим за: 500 мг/л для звичайних біологічних фільтрів та аеротенків; 1000 мг/л для аеротенків з розосередженим введенням стічної рідини.

3. Вміст біогенних елементів (для поживних речовин, необхідних для біологічного очищення) повинен становити:

При БСК₂₀ < 500 мг/л: мінімум 15 мг/л амонійного азоту та 3 мг/л P₂O₅.

При БСК₂₀ = 500-1000 мг/л: мінімум 25 мг/л амонійного азоту та 8 мг/л P₂O₅.

Дії при перевищенні норм

У випадках, коли концентрація суміші виробничих і побутових стічних вод перевищує зазначені норми, для забезпечення нормального процесу очищення на міських очисних спорудах необхідно знизити ці показники. Це досягається шляхом додаткової попередньої обробки безпосередньо на підприємстві, яка може включати: розбавляння умовно чистими водами, нейтралізацію, знезараження, механічне або механохімічне очищення. Ці заходи є критично важливими для підтримки ефективності міських очисних споруд та запобігання їх перевантаженню.

У смт. Млинів використовується повна роздільна система каналізування стоків (з трьома роздільними каналізаційними мережами – зливною, побутовою і виробничою), так як мінералізація або склад забруднень не дає змоги здійснювати сумісне очищення промислових і побутових стічних вод (**рис. 3.1.**).

При повній роздільній системі водовідведення для транспортування стічних вод встановлюють окремі колектори [13,14]. Це означає, що побутові та атмосферні стічні води збираються і відводяться незалежно одна від одної, при цьому обидва типи колекторів розміщуються під землею.

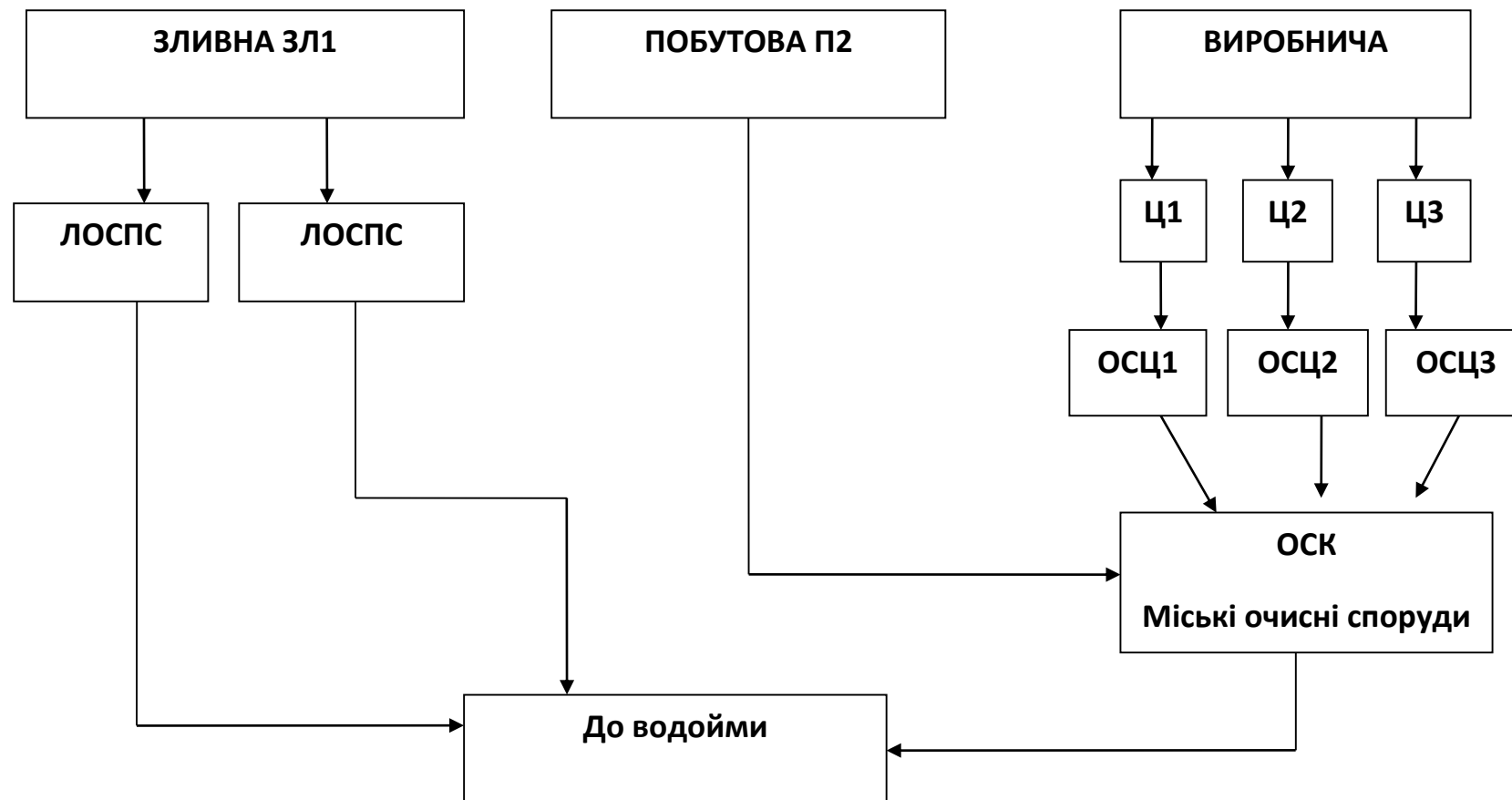


Рис. 3.1. Система повного роздільного каналізування стічних вод промислових підприємств смт. Млинів (Ц-цех); ЛО-локальні очисні споруди; ОСК-очисні споруди; ЗЛ-1-зливові (дощові) води; П-2-побутові води, Ц1-3-виробничі стічні води.

Роздільна система водовідведення є більш економічно вигідною, ніж загальносплавна. Це пов'язано з тим, що головний міський колектор, головна насосна станція та очисні споруди проєктуються, виходячи лише з об'єму побутових стічних вод, що значно знижує вартість будівництва. Однак, такий підхід має суттєвий недолік: випуск неочищених атмосферних вод безпосередньо у водойми погіршує санітарний стан і екологічну безпеку водних об'єктів.

3.2. Послідовність очищення стічних вод

На даному підприємстві для механічної очистки стічних вод використовується комплекс споруд, що включає решітки, пісколовки та сита. Ці етапи є початковими в процесі очищення, видаляючи з води значні забруднення перед подальшою обробкою.

Етапи механічної очистки

Решітки є першою лінією захисту, призначеною для затримання найбільших плаваючих відходів. Після уловлювання ці крупні забруднення подрібнюються за допомогою дробарок, що полегшує їх подальшу утилізацію.

Пісколовки виконують функцію відділення важчих мінеральних домішок, таких як пісок та гравій, від легших органічних осадів. Це запобігає абразивному зносу обладнання на наступних етапах очистки.

Сита використовуються для видалення дрібних завислих речовин безпосередньо на місці утворення стічних вод. Завдяки цьому можна відокремити матеріали, які потенційно можуть бути повторно використані, або ефективно їх утилізувати.

Основні споруди механічної очистки стічних вод

Крім решіток, пісколовок і сит, до ключових споруд механічної очистки стічних вод належать:

Відстійники, основна функція яких полягає у видалення нерозчинних грубодисперсних речовин зі стічної рідини шляхом осідання.

Преаератори котрі насичують стічні води повітрям для інтенсифікації флотації та осідання.

Біокоагулятори сприяють укрупненню дрібних частинок для легшого видалення.

Гідроциклони та центрифуги використовуються для відділення зважених речовин під дією відцентрової сили, ефективні для дрібних частинок.

Флотаційні установки видаляють легкі завислі речовини, що спливають на поверхню за допомогою повітряних бульбашок.

Фільтраційні установки застосовуються для тонкого очищення стічних вод від дрібних завислих частинок.

Окрім відстійників, гідроциклони та центрифуги також є важливими спорудами механічної очистки. Відкриті гідроциклони ефективно видаляють важкі осідаючі та грубодисперсні домішки, часто застосовуючись як перший етап механічної очистки. У напірних гідроциклонах і центрифугах очищення стічних вод від завислих домішок відбувається за рахунок дії відцентрових сил.

Флотація застосовується для видалення з води нерозчинних забруднень (з гідравлічною крупністю $\leq 0,01$ мм/с) та деяких розчинених речовин, таких як масла, жири, нафтопродукти, латекси, смоли, ПАР, полімери тощо. Цей метод дозволяє досягти значного ефекту очистки (85-95%) за короткий час (до 20-40 хв). Крім того, флотація забезпечує аерацію води, зниження концентрації поверхнево-активних речовин та бактерій, а також дає можливість повертати цінні речовини у виробництво.

Фільтраційні установки використовуються для глибокої доочистки стічних вод після біологічної чи фізико-хімічної обробки. Вони ефективно видаляють високодисперсні речовини, масла, нафтопродукти та смоли. Очищення відбувається на швидких та сітчастих фільтрах. Швидкі фільтри здатні очищати воду від завислих речовин (до 30 мг/л) та нафтопродуктів (при концентрації до 50 мг/л).

Фізико-хімічні методи

На підприємстві застосовуються такі фізико-хімічні методи очистки: нейтралізація, кристалізація, хлорування та озонування.

Нейтралізація регулює рН стічної рідини. Для кислих стічних вод використовуються їдкий натр, їдкий калій, сода, вапно, вапняк, доломіт або крейда. Нейтралізація відбувається шляхом перемішування або фільтрування через нейтралізуючі матеріали. Для лужних стічних вод зазвичай застосовують сірчану кислоту (або соляну, азотну, фосфорну).

Найпростіший метод кристалізації – природне випаровування стічних вод у відкритих резервуарах. Однак, через тривалість процесу та великі площі, потрібні для резервуарів, просте випаровування або випаровування під вакуумом є ефективнішими. Ці методи прискорюють подальшу кристалізацію, підвищуючи концентрацію солей у стічних водах.

Хлорування стічних вод застосовується для їх знезараження та видалення небажаних домішок, таких як феноли, ціаніди, крезолі. Також хлорування допомагає підтримувати належний санітарний стан очисних споруд, запобігаючи біологічним обростанням.

Озонування використовується для комплексного очищення стічних вод, коли, окрім знезараження, необхідно видалити нафтопродукти, ціаніди, феноли, органічні розчинники, барвники, СПАР, сульфіді, роданіди, іони важких металів тощо. Озон комплексно покращує фізико-хімічні, органолептичні та бактеріологічні показники рідини, що очищується.

3.3. Санітарно-хімічний аналіз стічних вод

Співставлення показників якості води і вимог споживача до води визначає вибір належної схеми обробки води. Тому аналіз води джерела, тобто визначення складу, концентрації і властивостей компонентів, що містяться у воді проводиться згідно графіка, затвердженого головним санітарним лікарем смт.

Млинів і начальником комунального підприємства «Млинівське», про що свідчить таблиця 3.1.

Як вже зазначалось вище, на даних очисних спорудах використовують **хімічний, бактеріологічний і технологічний аналізи.**

Для детальної характеристики води джерела централізованого водопостачання і зворотних вод застосовують повний аналіз. Найбільш точні методи повного аналізу проводяться в лабораторії.

Таблиця 3.1. Графік відбору проб та проведення аналізів каналізаційних очисних споруд смт. Млинів

№ п/п	Місце відбору проб	Частота відбору	Назва проб	Об'єм аналізу	Примітка
Повний аналіз					
1	Вхідна рідина	2 рази в місяць	разова	Повний хіманаліз	Заг.об'єм 2 л
2	На виході в річку	-«-	-«-	-«-	-«-
Скорочений аналіз					
1	Стічна вода після очистки	щоденно	разова	Кисень, аміак, нітрати, нітрити, окислюваність	Заг.об'єм 1 л
2	Контактний резервуар	-«-	-«-	-«-	-«-
Аналіз мулової рідини					
1	Установки КУ-200	-«-	разова	Доза мулу за об'ємом	-«-

Повним аналізом визначають фізичні властивості, рН, іони Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , NH_4^+ , NO_2^- , а також CO_2 , H_2SiO_3 , БСК, розчинений кисень, окислюваність і сухий залишок. За цим аналізом як за сухим залишком, так і за сумами катіонів і аніонів визначають мінералізацію. Бактеріологічні дослідження також проводили за схемою повного аналізу.

У роботі використовували повний аналіз для досліджень проб води з річки Іква.

Технологічний аналіз води має величезне значення для ефективної водопідготовки, оскільки він надає критично важливу інформацію, яку неможливо отримати за допомогою лише хімічного аналізу. Ось чому:

- Хімічний аналіз може визначити загальний вміст заліза у воді, але не його форму (наприклад, розчинене, колоїдне, органічно зв'язане). Розуміння форми заліза є ключовим для вибору найбільш раціонального та ефективного методу його видалення. Різні форми заліза потребують різних підходів до очищення.

- Технологічний аналіз дозволяє проводити пробне коагулювання, пом'якшення, хлорування та інші процеси безпосередньо з досліджуваною водою. Це дає можливість експериментально визначити оптимальні та економічно вигідні дози реагентів, що є критично важливим для забезпечення ефективності очищення та зниження експлуатаційних витрат.

- Вміст завислих частинок у воді, визначений хімічним аналізом, не дає повного уявлення про їхні розміри та швидкість осідання. Технологічний аналіз дозволяє виявити ці розміри, а також процентне співвідношення окремих фракцій (наприклад, піску, мулу, глини). Ця інформація є життєво важливою для правильного проектування та експлуатації систем відстоювання та фільтрації.

Отже, технологічний аналіз виходить за рамки простих кількісних показників, надаючи глибинне розуміння фізико-хімічних властивостей води, що є абсолютно необхідним для розробки та впровадження ефективних та економічно вигідних технологій водоочищення.

3.4 Ефективність очищення стічних вод

Абсолютно повну характеристику складу стічних вод одержати практично неможливо, до того ж у цьому немає потреби. обов'язковими є такі аналізи, які забезпечують технологічну характеристику стічних вод, тобто дають інформацію, необхідну для проектування очисних споруд, контролю процесів очистки і управління ними, оцінки санітарно-епідеміологічного стану води.

Для нормування якості води для потреб населення начальником державного управління екобезпеки у Рівненській області затверджено нормативи гранично допустимого скидання речовин у водні об'єкти із зворотними водами.

Згідно цього документа, витрата зворотних вод для встановлення ГДК не більше 330 тис. м³/рік, 37,7 м³/год. Допустима кількість забруднюючих речовин приведена в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 - Показники складу зворотних вод

Назва речовини	Об'єм речовини (мг/л)
Завислі речовини	15,0
Мінералізація	500,0
БСК ₅	15,0
СПАР	0,5
Азот амонійний	2,2
Нітрати	27
Нітроти	0,5
Залізо	0,5
Мідь	0,01
Нафтопродукти	0,5
Сульфати	65,0
Фосфати	6,0
ХСК	80,0
Хлориди	80,0
Розчинений кисень	4,0
pH	6,5-8,5

Згідно даних таблиці 3.3, біохімічне споживання кисню до очистки становить в середньому від 94,6 до 120,4 мг/л, а після очистки – 14,2-16,1 мг/л.

Таблиця 3.3 - Якісна характеристика очистки стічних вод

№ зразка	Місце вводабору	Колір	Мутність	pH	Плаваючі домішки	Розчинений кисень	БСК ₅	Залізо	Хлориди	Сульфати	Нітраги	Нітрити
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	до очистки	темно- бурий	значна	8,6	част. бруду	відсут.	181,5	1,99	88,9	63,8	23,0	0,02
2	після очистки	відсут.	відсут.	8,1	відсут.	5,0	9,24	0,24	62,2	36,4	2,5	відс.
3	до очистки	темно- бурий	значна	8,3	част. бруду	відсут.	159,0	1,95	88,4	60,3	23,0	0,04
4	після очистки	відсут.	відсут.	8,2	відсут.	5,2	9,24	0,24	60,8	36,2	2,0	відс.
5	до очистки	темно- бурий	значна	8,2	част. бруду	відсут.	161,3	1,95	88,0	58,4	19,0	0,02
6	після очистки		відсут.	8,1	відсут.	5,4	9,15	0,26	60,4	36,8	2,4	відс.
7	до очистки	темно- бурий	значна	8,2	част. бруду	відсут.	173,1	1,95	87,6	61,2	23,0	0,03
8	після очистки	відсут.	відсут.	8,2	відсут.	5,6	9,14	0,24	60,2	36,0	1,6	відс.
9	до очистки	темно- бурий	значна	8,3	част. бруду	відсут.	159,5	1,94	84,9	58,0	31,0	0,02
10	після очистки	відс.	відсут.	8,1	відсут.	5,4	9,26	0,24	61,4	36,8	2,0	відс.
11	до очистки	темно- бурий	значна	8,2	част. бруду	відсут.	168,2	1,96	89,1	60,9	19,0	0,02
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

12	після очистки	відсут.	відсут.	8,1	відсут.	5,4	9,20	0,26	60,4	36,4	2,0	відс.
13	до очистки	темно-бурий	значна	8,2	част. бруду	відсут.	176,9	1,94	88,0	58,0	23,0	0,03
14	після очистки	відсут.	відсут.	8,1	відсут.	5,4	9,24	0,26	60,2	36,9	2,0	відс.
15	до очистки	темно-бурий	значна	8,2	част. бруду	відсут.	180,1	1,96	88,4	61,4	19,0	0,02
16	після очистки	відсут.	відсут.	8,1	відсут.	5,6	9,26	0,24	60,4	36,2	2,0	відс.
17	до очистки	темно-бурий	значна	8,2	част. бруду	відсут.	161,4	1,94	87,9	60,8	23,0	0,03
18	після очистки	відсут.	відсут.	8,1	відсут.	5,4	9,15	0,24	60,2	36,4	2,0	відс.
19	до очистки	темно-бурий	значна	8,2	част. бруду	відсут.	168,4	1,95	88,1	61,6	19,0	0,04
20	після очистки	відсут.	відсут.	8,1	відсут.	5,2	9,26	0,24	60,4	36,4	2,0	відс.

Перевищень сполук азоту (нітритів) у стічних водах не виявлено. Їх вміст у воді коливається в межах 0,02-0,4 мг/л. Щодо вмісту нітратів, то до очистки води їх вміст становить 32,0-40,0 мг/л, а після очистки – 1,6-2,5 мг/л.

В той же час не спостерігається перевищень у воді сульфатів. До очистки їх кількість становить 46,5-47,2 мг/л, що не становить небезпеки для користувачів. Аналогічна картина спостерігається і за вмістом хлоридів. (50,3-50,8 мг/л), а також заліза (0,3-0,5 мг/л).

Дещо вищою від норми є кількість фосфатів до очищення: 8,7-7,9 мг/л, а після очищення вона становить 5,4-5,6 мг/л.

Вміст нафтопродуктів не перевищує 0,5 мг/л і знаходиться в межах норми. Подібна картина і з вмістом СПАР у воді (0,3-0,5 мг/л).

Як свідчать дані таблиці 3.3.2, до очистки мають місце осади, каламуть, темно-бурий колір води, а також частинки бруду, які належать до плаваючих домішок. А після процесу очищення таких явищ не спостерігається.

Прозорість води до очистки становить 27-30 см, а після неї – 4-7 см.

В той же час рН водневого середовища змінюється після очистки несуттєво, від 8,5 до 8,1.

Проаналізувавши механічний і біологічний методи очистки води, слід відмітити, що вони мають приблизно однаковий позитивний ефект. Так, при біологічній очистці ефективність становить 68-88%, а при механічній - 87-91%.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз стану охорони праці

В Україні згідно ст.4 Закону України «Про охорону праці» одним із найважливіших державних принципів є задекларований обов'язок власника створювати безпечні та нешкідливі умови праці на його підприємстві. Проте існуючі стосунки в економіко-правовій сфері, складна економічна ситуація в державі спричиняють до зростання рівня виробничого травматизму, професійної захворюваності у всіх галузях. З метою покращення стану охорони праці на підприємствах необхідно розробляти комплексні програми заходів, які б включали організаційні, технічні, технологічні та психологічні заходи та засоби вирішення цієї гострої проблеми [20]. Розроблений розділ має за мету проаналізувати існуючий стан охорони праці та розробити пропозиції, які підвищать безпеку праці на каналізаційних очисних спорудах сщ. Млинів.

Лабораторія відділу охорони навколишнього середовища каналізаційних очисних споруд сщ. Млинів акредитована на технічну компетентність в системі забезпечення єдності вимірювань, атестована державною санітарною службою на право проведення санітарно-гігієнічних факторів виробничого середовища та трудового процесу з метою атестації робочих місць. Лабораторія здійснює постійний контроль за якістю стічних вод, що скидаються в річку Іква [23].

Заходи безпеки при відборі зразків води

При роботі по відборі зразків води працівникам необхідно строго дотримуватись правил особистої безпеки. Спеціалісти, перед виїздом в експедицію проходять інструктаж з техніки безпеки і здають іспит, про що робиться відповідний запис у журналі. До роботи допускаються працівники після проходження медичного огляду. Організація забезпечує працівників спецодягом, транспортним засобом, інструментами і тарою.

Тара, необхідна для відбору зразків, старанно запаковується і транспортується по місцю призначення. Всі роботи проводяться у світловий час дня.

Необхідно дотримуватись правил безпеки при поводженні на воді.

Не куштувати воду невідомого походження. Остерігатися попадання її на відкриті ділянки тіла.

4.2. Покращення гігієни праці, техніки безпеки та пожежної безпеки у хімічній лабораторії

До роботи у хімічній лабораторії по контролю якості води допускаються тільки ті особи, які пройшли інструктаж із питань охорони праці і дотримуються наступних вимог:

- працівники в лабораторії повинні працювати в засобах індивідуального захисту;
- при тимчасовій перерві в подаванні газу необхідно перекрити всі газові крани;
- при від'єднанні електричного струму необхідно вимкнути всі нагрівальні та інші електроприлади;
- при перерві в подачі води необхідно перекрити всі водопровідні крани.

Засоби пожежогасіння повинні знаходитись на видному місці. Робітникам категорично заборонено працювати з незаземленими приладами, вмикати прилад можна тільки в ту мережу, яка відповідає напрузі приладу, електронагрівальні прилади необхідно ставити тільки на теплоізоляційний шар (керамічна плитка, азбест тощо). У лабораторії під час роботи забороняється приймати їжу, пити напої чи палити цигарки.

Перед ввімкненням приладу дослідник повинен перевірити наявність заземлення. При наявності запаху газу в лабораторії не можна запалювати вогонь та вмикати електроприлади. В таких випадках треба терміново перевірити справність роботи витяжної вентиляції.

Забороняється працювати в лабораторії одній людині, обов'язкова присутність ще однієї особи.

Досліди, пов'язані з виділенням отруйних (або з неприємним запахом) речовин проводити лише у витяжній шафі.

Не допускати розливання (розсипання) реактивів на робочому столі та підлозі, робочі місця завжди тримати в порядку.

Категорично забороняється пробувати реактиви на смак.

З метою економії, набирати речовини не більше, ніж вказано у методичних рекомендаціях.

При користування пробірками залишки рідин категорично забороняється струшувати на підлогу, з метою запобігання попадання їх на шкіру та одяг.

З концентрованими кислотами та лугами працювати лише у витяжній шаф.;

При розбавленні кислот, особливо сірчаної, необхідно повільно приливати їх у холодну воду при одночасному перемішуванні.

Остерігатись попадання на руки, обличчя чи одяг шкідливих речовин (лугів, кислот та ін.).

При опіках кислотами, лугами, уражені місця негайно обмити великою кількістю води, після чого у випадку кислоти – обмити розчином соди, а у випадку лугу – розчином оцтової кислоти.

При опіках гарячими предметами або полум'ям пальника, уражене місце треба занурити на декілька хвилин в концентрований розчин марганцевокислого калію.

Не можна нахилятися над киплячими розчинами.

При нагріванні пробірки з розчином, отвір її не слід скеровувати на себе.

Не запалювати ніяких газів чи парів, не впевнившись у тому, що вони не мають домішок повітря.

Бензин, ефір та інші речовини, що горять, не слід гасити водою. В таких випадках полум'я треба ізолювати від доступу повітря, накривши його негорючою тканиною, засипавши піском або застосувати вогнегасник.

Продукти взаємодії сильних кислот, лугів категорично забороняється виливати в раковину, їх слід вилити у спеціальновідведений для цього посуд;

Весь посуд після роботи помити, висушити і покласти у спеціально відведене місце (шафа, стелажі).

Після завершення роботи необхідно мити руки.

Працювати в лабораторії дозволяється лише у спецодязі.

В приміщенні лабораторії необхідно мати вогнегасник, пісок, покривало, запас води. При виникненні пожежі вміло їх застосувати і терміново подзвонити по телефону 101.

При виявленні запаху газу слід відразу ж перекрити газовий кран, перевірити приміщення і викликати аварійну службу по телефону 104.

Кожен працівник лабораторії повинен вміти надати потерпілому першу медичну допомогу.

Так, при пораненні склом, потрібно вилучити осколки з рани, обробити її йодом, перев'язати уражене місце.

При термічних опіках 1 і 2 ступені ураження, ділянку ураження присипати питтєвою содою або обробити 96%-м етиловим спиртом.

При отруєнні розчином аміаку – потерпілого напоїти слабким розчином кислоти або лимонним соком (щоб викликати блювання). Після чого дати випити олію чи з'їсти кусок масла.

При отруєнні парами сірчаної чи соляної кислот – потерпілого вивести на свіже повітря.

При отруєнні сполуками срібла – дати потерпілому випити велику кількість 1%-го розчину хлористого натрію.

При ураженні електричним струмом відмикають прилад від електромережі, роблять масаж серця, проводять штучне дихання.

Основним нормативним документом, що регламентує вимоги щодо пожежної безпеки є Закон України «Про пожежну безпеку». Цей закон визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних та фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності. За забезпечення пожежної безпеки у відділі, лабораторії відповідає завідуючий відділом, лабораторією. Відповідальність за забезпечення безпеки при виконанні робіт по окремих дослідженнях, темах, роботах несуть їх керівники.

Зміст матеріалів по вивченню пожежно - технічного мінімуму визначається спеціальною програмою, в якій обов'язково має передбачуватись вивчення:

- властивостей хімічних реактивів, які є у наявності у лабораторії;
- небезпечних моментів при проведенні робіт у лабораторії і методів запобігання цим моментам;
- інструкцій по заходах пожежної безпеки та пожежного інвентаря та користування ним на випадок пожежі.

Тривалість навчання встановлюється зав. лабораторією з урахуванням спеціальності особи, яка проходить навчання.

Для закріплення і перевірки знань з працівниками лабораторії проводяться повторні інструктажі : з працівниками та лаборантами - не рідше одного разу у півріччя, а з інженерно - технічними працівниками - не рідше одного разу у рік.

При закінченні роботи кожен працівник приводить у порядок своє робоче місце, прилади та апарати, а той, хто іде останнім виключає загальний газовий кран, світло, загальний силовий електрорубильник, вентиляцію, а також перевіряє, чи видаленні з приміщення легкозаймисті та легкоспалахуючі речовини, відпрацьовані речовини, сміття і промаслені шматки, та чи закритий пробками і поставлений на відведені місця посуд з хімічними реактивами та іншими речовинами.

Після перевірки приміщення лабораторія закривається працівником, який виходить останнім. Ключі віддаються черговому охорони, про що робиться відмітка у журналі.

ВИСНОВКИ

Згідно проведених досліджень встановлено, що:

У стічних водах, які потрапляють у систему очисних споруд, спостерігається значно вищий вміст завислих речовин, аміаку, БСК, нітратів, дещо вищою є концентрація фосфатів.

Поряд з цим, не виявлено перевищень за вмістом нітритів, сульфатів, хлоридів, заліза і нафтопродуктів.

Самоочисна здатність поверхневих водних об'єктів, підданих антропогенному навантаженню, недостатня для протистояння високому рівню зовнішнього негативного впливу.

Основними організаційно-технічними заходами, які слід застосовувати, є: каналізування і санітарна очистка населеного пункту; повторне використання та очистка стічних вод.

Як достатньо ефективний і малозатратний, пропонується метод санітарної очистки території, що дозволяє знизити надходження речовин в дощові і снігові стічні води, знизити забруднення ґрунтових вод і тим самим зменшити надходження забруднюючих речовин у водні об'єкти. Повторне використання стічних вод може здійснюватися шляхом зворотного водопостачання.

Очистка стічних вод є найбільш традиційним способом зниження навантаження на водні об'єкти.

Ефективність механічного методу очистки води є досить високою (91%) та економічно вигідною.

Список джерел літератури

1. Турченко В.О., Козішкурт С.М. Оцінка ефективності очищення стічних вод ґрунтовою фільтрацією. Вода для майбутнього: управління, збереження, інновації: Збірник тез XIII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 25-26 березня 2025 року. Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2025, с.104 https://igim.org.ua/water_day_2025
2. Мосійчук А. Аспекти впровадження біофлокуляції для підвищення ефективності зневоднення осадів стічних вод. Вода для майбутнього: управління, збереження, інновації: Збірник тез XIII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 25-26 березня 2025 року. Інститут водних проблем і меліорації НААН, 2025, с.247 https://igim.org.ua/water_day_2025
3. «Ціна питної води в Україні в реаліях сьогодні». Міжнародний Водний Форум «Яремче 2025». 5 лютого 2025 року. <https://health.gov.ua/activity/scientific-practical-activity/participation-in-scientific-practical-events/>
4. Звіт про ринок біологічного очищення стічних вод за 2025 рік: Збільшення інвестицій у модернізацію інфраструктури, зростаюче впровадження децентралізованих систем очищення. <https://www.globenewswire.com/news-release/2025/03/04/3036627/28124/en/Biological-Wastewater-Treatment-Market-Report-2025-Increasing-Investment-in-Infrastructure-Upgrades-Growing-Adoption-of-Decentralized-Treatment-Systems.html>
5. Керейн, П.; ван Лосдрехт, М.К.; Оссевайєр, П.; Гарфі, М.; Девульф, Дж.; Посада, Дж. Критичний огляд відновлення ресурсів з муніципальних очисних споруд — потенціал ринкової пропозиції, технології та вузькі місця. *Environ. Sci. Water Res. Technol.* **2020**, 6, 877.
6. Зарей, М. Управління ресурсами стічних вод для рекуперації енергії з точки зору циркулярної економіки. *Water-Energy Nexus* **2020**, 3, 170–185.
7. Хао, Х.; Лі, Дж.; ван Лосдрехт, МСМ; Цзян, Х.; Лю, Р. Рекуперація енергії зі стічних вод: нагрівання над органічними речовинами. *Water Res.* **2019**, 161, 74–77

8. Білявський Г.О. Падун М.М. Фурдуй Р.С. Основи загальної екології: Підруч. для студ. природ. фак. вищих навч.закладів.-2-ге вид. зі змінами.-К.:Либідь,1995.-368с.
9. Бойчук Ю.Д., Соломенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища. Навч.пос. -Суми: ВД «Університетська книга».-К.:ВД «Княгиня Ольга»,2005.-302с.
10. Бурдіян Б.Г., Дерев'янко О.В. Навколишнє середовище та його охорона.-Київ,1993.-108с.
11. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: Держмінекобезпеки України, 1998. – 28 с.
12. Останець М.Г., Романська Н.М. Практикум з біохімії. – Київ: Вища школа, 1974. – 251 с.
13. БНіП 2.04.03-85 "Каналізація. Зовнішні мережі і споруди".
14. БНіП 2.04.01-85 "Внутрішній водопровід і каналізація будівель".
15. Галузева методика по розробці норм і нормативів водопостачання і водовідведення з врахуванням якості води по підприємствах місцевої промисловості. – Д., 1988.
16. Гуменюк м., Пакуляк Р., Ганін Г., Шоломіцька О. і ін..За допомогою іммобілізованих мікроорганізмів./Харчова і переробна промисловість. №1, 2003.-4с.
17. Джигирей В.С., Житецький В.Ц. Безпека життєдіяльності – Львів: Афіша, 1999ю – 254 с.
18. Довідник з водопостачання та каналізації. – М.: Стройиздат, 1982.
19. Довідник проектувальника. Каналізація населених пунктів та промислових підприємств.
20. Житецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. – Вид. 2-е, стеріот. – Львів: 2000. – 347 с.
21. Овруцький В.М., Шумейко В.М., Глуховський І.В., Бобкова Л.С., Овруцький О.В., Шумейко О.В. Екологічна токсикологія. Київ: «Столиця», 1998.-114 с.

22. Положення «Про порядок розробки і встановлення лімітів на скиди забруднювальних речовин у поверхневі води місцевого значення, комунальні та відомчі системи каналізації та на розміщення відходів».
23. Правила користування системами комунального водопостачання та водовідведення в містах і селищах України.
24. Романенко В.Д. Основи гідроекології. Вид-во „Обереги”, 2001.-728 с.
25. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Технологія та охорона навколишнього середовища. Навч. пос. – Львів: „Новий світ - 2000”, 2004.- 256 с.
26. Тихий В., Яровой Л. Нормативні та практичні аспекти виконання оцінки впливу на навколишнє середовище. - К.: Веселка, 2002. - 150 с.

Додаткові ресурси:

27. Програма ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) - Прісна вода:
<https://www.unwater.org/>
28. Всесвітній фонд дикої природи (WWF) - Вода:
<https://www.worldwildlife.org/initiatives/freshwater>
29. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО) - Вода:
<https://www.fao.org/water/en/>