

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

ННІ	<u>Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського</u>
Кафедра	<u>Екології, води та природоохоронних технологій</u>
Ступінь вищої освіти	<u>Магістр</u>
Спеціальність	<u>183 «Технології захисту навколишнього середовища»</u>
Освітня програма	<u>«Технології захисту навколишнього середовища»</u>



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: **«Розробка технології очищення стічних вод консервного заводу з метою повторного водокористування»**

Здобувачки Коваленко О.О.

Керівник: доцент, к.т.н. Бондар С.М.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2024 р., протокол № ____.

Завідувач кафедри ЕВ та ПТ _____ Олексій ГАРКОВИЧ

Одеса – 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ	<u>Навчально-науковий інститут холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського</u>
Кафедра	<u>Екології, води та природоохоронних технологій</u>
Ступінь вищої освіти	<u>Магістр</u>
Спеціальність	<u>183 «Технології захисту навколишнього середовища»</u>
Освітня програма	<u>«Технології захисту навколишнього середовища»</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ЕВ та ПТ

« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Коваленко Олена Олександрівна

1. Тема роботи «Розробка технології очищення стічних вод консервного заводу з метою повторного водокористування»

Затверджена наказом ОНТУ від 28 березня 2024 року наказ № 139-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи: 05.12.2024 р.

3. Вихідні дані роботи: ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» (м. Одеса), стан з водопостачанням і водовідведенням.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: виконати огляд літератури за темою роботи; вибрати методи для проведення досліджень; дослідити хімічний склад стічних вод консервного заводу та узагальнити отримані дані; розрахувати витрати стічних вод та оцінити ефективність використання води на підприємстві; розробити технологічну схему очищення стічних вод консервного заводу для повторного водокористування; розробити заходи з охорони праці в науково-дослідній лабораторії; написати висновки, анотацію; зміст і вступ до роботи; скласти перелік скорочень, умовних позначень та одиниць; оформити перелік джерел посилання.

5. Графічні матеріали: схема, що відображає джерела утворення стічних вод на консервному заводі; технологічна схема очищення стічної води консервного заводу для повторного водокористування.

Ілюстративні матеріали: презентація доповіді за темою роботи обсягом не менше 15 слайдів, роздрукованих на аркушах формату А4.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Анотація, зміст, вступ, Розділи 1, 2, 3, 4, висновки, перелік джерел посилання, презентація доповіді.	Доцент, к.т.н. Бондар С.М.	02.09.2024	05.12.2024

7. Дата видачі завдання: 2 вересня 2024 р.

Керівник _____ Бондар С.М.

Завдання прийняла до виконання _____ Коваленко О.О.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1	Написання та оформлення титульної сторінки, вступу, змісту.	09.09.2024	
2	Написання та оформлення розділу 1	23.09.2024	
3	Написання та оформлення розділу 2	07.10.2024	
4	Виконання експериментальної частини роботи. Написання та оформлення розділу 3	11.11.2024	
5	Написання та оформлення розділу 4	18.11.2024	
6	Написання висновків та анотації, складання і оформлення переліку скорочень, умовних позначень та одиниць, переліку джерел посилання.	25.11.2024	
7	Підготовка презентації роботи.	02.12.2024	
8	Подання роботи на перевірку керівнику. Виправлення помилок після перевірки.	03.12.2024	
9	Подання завершеної роботи на кафедру для попереднього захисту і перевірки на плагіат	05.12.2024	
10	Захист кваліфікаційної роботи	19.12.2024	

Здобувач вищої освіти _____ Коваленко О.О.

Керівник роботи _____ Бондар С.М.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач вищої освіти _____ Коваленко О.О. _____

АНОТАЦІЯ

Робота складається з 4 розділів. Пояснювальна записка містить 109 сторінок машинописного тексту, 6 рисунків, 28 таблиць, 116 посилань на літературні джерела. Тема роботи пов'язана з підвищенням ефективності використання водних ресурсів на консервних заводах.

В першому розділі наведено огляд літератури, в якому висвітлено стан та тенденції розвитку консервної галузі України, проаналізовано промислову діяльність ПрАТ ВО «Одеський консервний завод», стан водопостачання і водовідведення на підприємстві та зазначено доцільність покращення системи управління водними ресурсами на підприємстві. Наведено приклади успішного застосування децентралізованого очищення стічних вод на харчових підприємствах та використання очищених стоків для технологічних потреб. Проаналізовано фактори, що стримують вплив більш широкого впровадження таких технологій.

В другому розділі представлена методологія наукового дослідження. Сформульовані мета і завдання роботи, визначено об'єкт і предмети дослідження. Наведена стисла характеристика вибраних методів експериментального дослідження. Зазначено методи для математичної обробки експериментальних даних та їх узагальнення.

В третьому розділі представлено результати дослідження за темою роботи та їх обговорення. Наведено результати аналізу джерел утворення стічних вод на консервному заводі та розширену класифікацію стічних вод підприємства. Представлено результати дослідження хімічного складу змішаного потоку стічних вод від консервного заводу, виконана математична обробка експериментальних даних та їх узагальнення. Також наведено систематизовані дані стосовно хімічного складу окремих потоків стічних вод на консервному заводі. Наведено результати визначення витрат стічних вод на підприємстві та результат оцінювання раціональності використання води на ньому. Представлено розроблену технологію децентралізованого очищення стічних вод на консервному заводі для повторного водокористування.

В четвертому розділі наведено розроблені заходи з охорони праці та цивільного захисту для студентів і співробітників науково-дослідної лабораторії кафедри екології, води та природоохоронних технологій ОНТУ.

Ключові слова: консервний завод, водні ресурси, стічні води, повторне водокористування, технологія очищення стоків.

ЗМІСТ

		стор.
	Перелік скорочень, умовних позначень та одиниць.....	7
	Вступ.....	8
1	Огляд літератури за темою роботи.....	10
1.1	Консервна галузь України: характеристика та тенденції розвитку...	10
1.2	ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» – лідер переробної галузі на півдні України.....	14
1.3	Характеристика водопостачання і водовідведення на ПрАТ ВО «Одеський консервний завод».....	17
1.4	Взаємодія між консервним заводом як споживачем послуг з водопостачання і водовідведення та водоканалом, як виробником, що надає такі послуги	20
1.5	Організація повторного водокористування як важливий в умовах сталого розвитку вектор управління водними ресурсами.....	23
1.6	Приклади успішного застосування технологій повторного водокористування на харчових підприємствах.....	27
2	Матеріали та методи дослідження.....	30
2.1	Мета і завдання дослідження. Об’єкт і предмети дослідження.....	30
2.2	Методи дослідження, обробки і узагальнення отриманих результатів.....	31
2.2.1	Методи експериментального дослідження.....	31
2.2.2	Лабораторне обладнання, використане в експерименті.....	42
2.2.3	Методика математичної обробки експериментальних даних.....	43
3	Результати дослідження та їх обговорення.....	45
3.1	Аналіз джерел утворення стічних вод на консервному заводі. Класифікація стічних вод консервного заводу	45

КРМ.ЕВтаПТ.1.139-03.3.4.					
Зм.	Кільк.		№ док.	Підпис	Дата
Здобувач	Коваленко О.О.				
Н.контр.					
Керівник	Бондар С.М.				
Зав.кафедри	Гаркович О.Л.				
Розробка технології очищення стічних вод консервного заводу з метою повторного водокористування					
			Стадія	Аркуш	Аркушів
			у	5	109
ОНТУ, 2024 р., Кафедра ЕВтаПТ група ЗТЗ-767 а					

3.2	Дослідження хімічного складу стічних вод консервного заводу.....	50
3.2.1	Результати експериментального дослідження хімічного складу змішаного потоку стічних вод від консервного заводу.....	50
3.2.2	Дослідження вмісту забруднюючих речовин в окремих потоках стічних вод на консервному заводі.....	55
3.3	Розрахунок витрат стічних вод на консервному заводі та оцінка ступеню раціональності використання води на підприємстві.....	65
3.4	Технологічна схема децентралізованого очищення стічної води для консервного заводу.....	68
4	Охорона праці та цивільний захист в науково-дослідній лабораторії.....	81
4.1	Охорона праці в лабораторії під час виконання наукового дослідження.....	81
4.2	Цивільний захист у лабораторії під час виконання наукових досліджень.....	92
	Висновки.....	95
	Перелік джерел посилання.....	98

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА ОДИНИЦЬ

ДК – допустима концентрація забруднюючої речовини;

ГДК - гранично допустима концентрація забруднюючої речовини;

СПАР - синтетичні поверхнево-активні речовини;

ХСК - хімічне споживання кисню;

БСК₅ - біохімічне споживання кисню за 5 діб;

ПДВ – податок на додану вартість;

КОС – каналізаційна очисна станція;

НОК – нефелометрична одиниця каламутності;

КУО – колонії утворюючі одиниці;

КНД – керівний нормативний документ;

МВВ – методика виконання вимірювання;

БГКП – бактерії групи кишкової палички;

ЖКГ – житлово-комунальне господарство;

ПрАТ - приватне акціонерне товариство;

ВО – виробниче об'єднання;

СБО – станція біологічного очищення;

ДСТУ – державний стандарт України

ДСТУ ISO – стандарт міжнародної організації зі стандартизації;

ДСТУ EN - стандарт Європейського комітету стандартизації;

x_i – результат i -го одиничного вимірювання показника;

\bar{x} - середнє арифметичне значення результату вимірювання показника;

Δx_i - абсолютна похибка;

n - кількість паралельних вимірювань показника;

S_x^2 - дисперсія одиничного результату;

S_x - стандартне відхилення одиночного результату;

S_r - відносне стандартне відхилення;

E - довірчий інтервал;

P – довірна ймовірність;

$t_{p,t}$ – критерій Стюдента;

δ, δ_H - відносна похибка вимірювання та нормативна відносна похибка вимірювання відповідно, %;

Q, Q_{cm} - витрати води з джерела водопостачання та витрати стічної води відповідно, м³/год.

ВСТУП

Уявлення про воду як безмежний відновлювальний ресурс відходить в минуле. Зміни клімату, часті посухи, нерівномірність опадів і розподілу водних ресурсів на Землі загострюють проблему дефіциту прісних вод. Це, зокрема, є однією із причин смертей близько одного мільйона людей щорічно в країнах з перехідною чи нерозвиненою економікою.

Збільшення кількості людей на планеті потребуватиме більше продуктів харчування, а значить ще більшими будуть і потреби у воді, ще відчутнішим ставатиме дефіцит прісних водних ресурсів. Адже без них не можливе ефективно зрощення сільгоспугідь та вирощування сільськогосподарської рослинної сировини, без них не можливе вирощування сільськогосподарських тварин, без них не здійснити переробки рослинної і тваринної сировини в харчові продукти.

Відомо, що харчова промисловість є одним із найбільших споживачів води питної якості у всьому світі. Витрати води для виробництва харчових продуктів змінюється в залежності від типу та параметрів технологічного процесу оброблення сировини, від потужності технологічної лінії з переробки сировини, очищення води тощо. Харчові підприємства воду для своїх потреб беруть із централізованого водопроводу або з підземних джерел на території підприємства. Але і в одному, і в іншому випадку сьогодні це коштовний для підприємства ресурс. І важливо, що не весь цей ресурс стає складовою харчового продукту. При виробництві продукції значна частина води перетворюється в стічні води.

Об'єми утворених стічних вод на харчових підприємствах, а також ступінь їх забруднення суттєво різняться між підприємствами харчової галузі. Значні обсяги неочищених стічних вод становлять небезпеку для навколишнього середовища, для людей, а тому потребують негайної утилізації. Збір, транспортування на очисні станції, очищення стоків, утилізація осадів – це ще додаткові витрати коштів та інших ресурсів. Вони також зростають і це харчові підприємства відчувають в зростанні тарифів на каналізування стоків. Тому актуальною є зміна підходів у водокористуванні на харчових підприємствах. Важливо, на скільки це можливо, зменшувати забір прісних вод та витрати води питної якості на виробництві.

Експерти вважають, що основними шляхами зменшення витрат питної води в харчовій промисловості є наступні:

- впровадження у виробництво маловодних технологічних процесів і обладнання;
- зменшення неконтрольованих втрат води в технологічній лінії;
- рециркуляція (або повторне використання) води в межах харчового підприємства.

До прямого чи непрямого повторного використання води на харчових підприємствах в останні десятиліття особливий інтерес. Стратегічними позитивними моментами цього підходу вважають :

- зменшення на підприємстві витрат води високої якості;
- заохочення до повторного використання очищених стічних вод на підприємстві;
- відновлення різних ресурсів зі стічних вод.

Для організації на підприємстві системи для збору та очищення стічних вод з метою повторного водокористування необхідним є виконання низки робіт, пов'язаних з аналізом витрат питної води на підприємстві, характеристикою утворених стічних вод, розробкою технології їх очищення тощо. На вирішення цих та інших питань спрямоване наукове дослідження.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Консервна галузь України: характеристика та тенденції розвитку

Консервна галузь України – це чисельна кількість підприємств, що виробляють консервовані, тобто тривалого зберігання, продукти з рослинної і тваринної сировини. Консервна галузь виконує наступні важливі місії: забезпечує якісними, безпечними і доступними протягом року продуктами харчування населення країни; забезпечує роботою людей; стимулює розвиток територіальних громад; сприяє розвитку сільського господарства; посилює експортний потенціал країни. Діяльність консервної галузі тісно пов'язана із сільським господарством і сприяє його розвитку. Адже сільське господарство - джерело сировини для консервних заводів. Також діяльність консервної галузі позитивно впливає на розвиток інших галузей, наприклад закладів громадського харчування та інших.

Консервні підприємства - це підприємства, що спеціалізуються на переробці переважно сировини одного виду. На одних виробляють консерви з м'ясної сировини, на інших – переробляють овочі і фрукти. Надалі в роботі увага буде зосереджена на підприємствах, що спеціалізуються на виробництві консервів з плодів та овочів.

Продукція плодоовочевих консервних заводів забезпечує населення оздоровлюючим харчуванням, адже її сировину одержують безпосередньо із самої природи. Фрукти, овочі та ягоди є важливим джерелом вуглеводів, органічних кислот, мінеральних солей і вітамінів. Та їх споживання у свіжому вигляді обмежується через сезонність і територіальні відмінності природних умов. Тому консервування дозволяє забезпечити їх споживання у міжсезонний період. Особливо це є важливим для західних та північних регіонів країни [2].

Перші консервні заводи в Україні збудовані в другій половині 19 століття. в Сімферополі, Одесі, Могилеві-Подільському, Підволочиську. В 1913 р в Україні працювало 12 великих заводів, які з іншими більш дрібними виробляли 33 мільйони облікових банок. Більше половини з них - це продукція плодоовочевих консервних заводів [1].

В перші десятиліття 20-го століття, в довоєнні роки було ще збудовано нові і потужні заводи в Одесі, Херсоні, Черкасах, Мелітополі, Сімферополі.

Понад 30 великих консервних заводів працювало в Україні в 1940 році. Під час Другої світової війни багато консервних заводів було зруйновано. Тому в повоєнних час їх активно відбудовували, розширювали асортимент консервної продукції, покращували її якість. Основна вимога до місця розташування заводів в цей період була – наявність достатньої сировинної бази. Всі консервні заводи були зосереджені у великих містах [1].

Розквіт консервної галузі в Україні припав на 70-80-ті роки 20 століття. На кінець 80-х років в Україні працювало 400 консервних цехів і заводів. З них більше 100 спеціалізувалися на переробці плодів і овочів. Найбільші плодоовочеві консервні заводи знаходилися в Херсоні, Ізмаїлі, Одесі, Черкасах, Ніжині, Кам'янець-Подільському, Джанкої, Сімферополі, Керчі. Загалом в південних регіонах України було зосереджено близько 25 % плодоовочевих консервних заводів. Частка плодоовочевих консервних заводів в загальному обсязі консервної промисловості складала близько 60 %. Серед їх продукції 1/3 складала овочеві консерви і натуральні соки, а 2/3 – консервовані томати і томатопродукти. Основними споживачами плодоовочевих консервів були регіони Сибіру і Далекого Сходу [1].

Після розпаду СРСР змінилися ринки збуту, консерви українських виробників почали витісняти більш різноманітні і якісніші імпортні консерви. Ці та інші причини зумовили регресійні процеси в консервній галузі України. Та вже з початку 2000-х років почалося відродження консервної галузі, будівництво нових заводів, розширення асортименту готової продукції, вихід з цією продукцією на світові ринку та займання там лідерських позицій. Не тільки в Україні, а і в світі стали відомими консерви від ТМ «Sandora», «Чумак», «Верес», «Дар» та інших. В цей період стає більш вираженою спеціалізація підприємств на виробництво певного асортименту продукції, посилюються вимоги до контролю якості готової продукції, з'являються нові ринки збуту [1]. Переробні підприємства Центру і Заходу виробляють в основному фруктові консерви, а Південний район спеціалізується на виробництві томатних консервів. Близько 16 % сумарного обсягу українських овочевих консервів займає продукція консервних підприємств Одеської області, а також Миколаївської області - близько 7% [2].

З початку 2000-х років стратегічними орієнтирами для підприємств плодоовочевої консервної галузі були: комплексний підхід до переробки сільськогосподарської сировини; розширення асортименту продукції за рахунок інноваційної продукції; створення ефективної системи нагляду за якістю продукції;

запровадження інноваційних ресурсозберігаючих технологій; використання інноваційних логістичних схем [2].

Україна за своїми кліматичними умовами має хороші можливості для вирощування плодів та овочів. Але розвиток плодоовочевої консервної галузі в сучасному світі визначається не тільки умовами вирощування, виробництва і реалізації продукції, а і законами ринку та змінами його кон'юнктури. На розвиток та діяльність плодоовочевих консервних заводів в Україні останніми роками впливали: висока конкуренція на ринку виробництва та збуту, коливання цін на продукцію, кліматичні умови, потужність підприємства і сезонність його роботи, асортимент продукції, якість і кількість сировини. Основними проблемами розвитку плодоовочевих консервних заводів в останні роки називали: відсутність у багатьох консервних заводів налагоджених зв'язків з постачальниками сировини, скорочення обсягів та зростання цін на сировинні ресурси, недостатня кількість якісної сировини для переробки, висока енергоємність виробництва продукції, важкий доступ до ринків збуту, недостатня кількість сховищ для зберігання готової продукції протягом року, висока собівартість переробки овочів, особливо при низькому завантаженні виробничих потужностей та ін. [3].

Станом на 2016 рік українська плодоовочева консервна галузь мала великі виробничі потужності, але із-за недостатнього забезпечення сировиною та слабкої матеріально-технічної бази, рівень їх використання становив 25 %. Частка галузі переробки овочів і фруктів у ВВП України складала близько 0,3 %. У плодоовочевій консервній галузі в 2016 році працювало 335 підприємств, які забезпечували роботою близько 19 тисяч осіб. Фактичний рівень споживання консервної продукції складав 8,6 умовних банок при 48,8 необхідних, тобто виконання норми становило 17,6 %. Сучасні вимоги споживання і виробництва консервів для дитячого харчування за обсягом і асортиментом також не задовольняли попит населення. За даними Держкомстату України в період з 2012 до 2016 рр. спостерігалось зниження виробництва майже усіх видів консервованих продуктів (табл.1.1). Всі зазначені зміни послабили позиції плодоовочевої консервної галузі на внутрішньому ринку, відбулося підвищення собівартості одиниці консервної продукції та знову зріс імпорту продукції [3].

Для виходу із кризи, що склалася в останнє десятиліття плодоовочевій консервній галузі, експерти пропонували: більш широке впровадження інноваційних технологій на підприємствах галузі; виробництво якісної конкурентоспроможної продукції; розвиток всесезонних напрямків виробництва і реалізації продукції;

Таблиця 1.1 – Виробництво плодоовочевих консервів в Україні протягом 2012 – 2016 рр. [3]

Продукція	2012	2014	2016
Сік томатний, млн. л	65,6	58,7	44,2
Суміш соків фруктових та овочевих, млн .л	295	235	185,1
Соки фруктові та овочеві інші, н.в. і. у. тис. л	1224	928	4426,5
Овочі та гриби, суміші овочів, свіжі або варені у воді чи на парі, заморожені (крім картоплі), тис. т	17,4	17,7	14,59
Квасоля консервована без додавання оцту чи оцтової кислоти (крім страв овочевих готових), т	5215	5852	5391
Горох консервований без додавання оцту чи оцтової кислоти (крім страв овочевих готових), тис.т	17,5	17,5	13,9
Томати консервовані, цілі або шматочками (крім страв овочевих готових та томатів, консервованих з додаванням оцту чи оцтової кислоти), т	1655	1183	1280
Пюре та паста томатні неконцентровані, т	1,28	1,01	-
Пюре та паста томатні концентровані, тис. т	69,1	80,2	92,1
Кукурудза цукрова консервована або оброблена (крім страв овочевих готових та цукрової кукурудзи сушеної, замороженої або консервованої з додаванням оцту чи оцтової кислоти), тис. т	9,1	7,9	14,9
Овочі й суміші овочів, н.в. і у. (крім овочевих готових та заморожених овочів і сумішей овочів), тис. т	18	27,8	12,85
Овочі (крім картоплі). фрукти, горіхи, гриби та інші їстівні частини рослин, приготовлені чи консервовані з додаванням оцту чи оцтової кислоти, тис. т	42,6	40,5	23,0

вертикальну інтеграцію у напрямку співпраці з сільськогосподарськими підприємствами або фермерськими господарствами (забезпечення їх насінням, засобами захисту рослин, збиральною технікою, стимулювання до чіткої системи поставок та оплати); створення власної сировинної бази; додатково завезення сировини в Україну з інших країн світу; налагодження взаємовигідних відносин з фермерами-постачальниками; застосування виробниками сільськогосподарської продукції сучасних технологій вирощування культур, які мають максимально пристосовані до кліматичних та ґрунтових умов країни, сорту і вимог замовника до готової продукції; застосування екологічних добрив, які б сприяли збалансованому землекористуванню; на державному рівні - створення стабільної економічної та політичної ситуації в країні, створення необхідних умов для залучення інвестицій, розвитку людського потенціалу, ринкової інфраструктури, вдосконалення механізму державного регулювання розвитку ринку плодоовочевої консервованої продукції та інші [3].

Напевно, дослухавшись до порад експертів, вітчизняні виробники консервованої продукції покращили свої результати (табл.1.2)

Таблиця 1.2 – Виробництво плодоовочевих консервів в Україні протягом 2016 – 2019 рр. [17]

Продукція	2016	2017	2018	2019
Сік томатний, млн. л	44,2	44,2	47,3	45,8
Суміш соків фруктових та овочевих, млн .л	185,1	187,0	184,0	201,2
Горох консервований без додавання оцту чи оцтової кислоти (крім страв овочевих готових), тис.т	13,9	11,8	11,9	16,0
Пюре та паста томатні концентровані, тис. т	92,1	113	112	107,9
Кукурудза цукрова консервована або оброблена (крім страв овочевих готових та цукрової кукурудзи сушеної, замороженої або консервованої з додаванням оцту чи оцтової кислоти), тис. т	14,9	14,2	16,6	14,5
Овочі (крім картоплі), фрукти, горіхи, гриби та інші їстівні частини рослин, приготовлені чи консервовані з додаванням оцту чи оцтової кислоти, тис. т	23,0	29,3	29,7	75,0

З табл.1.2 видно, що впродовж 2016-2019 років зростали обсяги виробництва таких видів консервованої продукції, як фруктові та овочеві соки, томатні паста і пюре, консервований горошок та інші консервовані овочі та фрукти. Крім зростання обсягів виготовленої продукції відбували зміни і в сфері реалізації продукції. Знову почав зростати експорт продукції консервної галузі в інші країни світу.

Нажаль війна, що розпочалася на сході України в 2014 році та набула повномасштабного характеру у 2022 році негативно вплинула на вітчизняну консервну плодоовочеву галузь. Підприємства, що знаходилися на території півострову Крим Україна втратила ще в 2014 році. Частина плодоовочевих консервних заводів в Миколаївській, Херсонській та східних областях України зазнали руйнування під час повномасштабного вторгнення російських загарбників на територію нашої країни. Тому в післявоєнний час їх відновлення стане одним з основних пріоритетів нашої країни. Адже продукція консервних плодоовочевих заводів – важлива складова в харчуванні людей. І на цьому шляху важливо, щоб при відбудові консервних заводів враховувалися принципи, на яких базується сучасна ресурсоефективна та «зелена» економіка.

1.2 ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» – лідер переробної галузі на півдні України

В кваліфікаційній роботі для вирішення завдань та досягнення поставленої мети було обрано підприємства ПрАТ «Виробниче об'єднання «Одеський

консервний завод». Підприємство розташоване в м. Одесі на вул. Водопровідній, 22. Нижче наведено загальну характеристику виробничої діяльності даного підприємства.

Перші згадки про Одеський консервний завод датуються 1919 роком Відтоді більш ніж за столітню історію підприємство активно розвивалося. Виготовлену продукцію консервний завод постачав в різні регіони спочатку СРСР, а потім в регіони незалежної України. Також продукція Одеського консервного заводу експортувалася за кордон [15].

Сьогодні ПрАТ «Виробниче об'єднання «Одеський консервний завод» - це потужна технологічна база з повним циклом виробництва (вирощування овочів, їх перевезення на підприємство, виробництво тари і упаковки, виробництво готової продукції). До структури підприємства входить чотири виробничих комплекси. На заводі працює 800 співробітників [15].

На ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» приділяється значна увага забезпеченню належної якості і безпечності виробленої продукції. Фахівці підприємства постійно удосконалюють свої технології і розширюють асортимент продукції. Сучасні виробничі напрямки та асортимент готової продукції Одеського консервного заводу представлено на рис 1.1. На ринку готова продукція Одеського консервного заводу представлена трьома торговими марками: ТМ «ГОСПОДАРОЧКА», ТМ «Союз-Агро», ТМ «Союз морів» [15].

З рис.1.1 видно, якою різною є виробнича діяльність підприємства і яким широким є асортимент продукції, що пропонується споживачу. На рис.1.1 немає деталізації асортименту продукції, оскільки для виконання даної кваліфікаційної роботи така інформація не настільки важлива. Та на сайті виробника вся інформація про готову продукцію представлена. Разом з тим слід відмітити, що у виробництві овочевої консервації на заводі крім зазначеної на рис.1.1 основної сировини використовують як рецептурні інгредієнти ще питну воду, моркву, цибулю і часник, рослинні олії, кухонну сіль, оцтову кислоту, крохмаль, різні спеції, стабілізатори структури кетчупів і соусів тощо [15].

Для фасування готової продукції на підприємстві використовують скляні і металеві банки (для овочевої консервації), упаковку дой-пак (для кетчупів і соусів), поліпропіленову плівку (для халви), поліетиленові мішки (для замороженої продукції), пластикові відра та асептичні мішки в металевих бочках об'ємом 200 л (для томатної пасти). При цьому на підприємстві використовують металеві банки і кришки власного виробництва (рис.1.1) [15].



Рисунок 1.1 - Виробничі напрямки та асортимент готової продукції ПрАТ ВО «Одеський консервний завод»

Харчові продукти Одеського консервного заводу мають високу якість, смачні та корисні як для дітей, так і для дорослих. Вся продукція підприємства виробляється згідно діючих ДСТУ та ТУ. Контроль за дотриманням вимог цих нормативних документів здійснюють співробітники заводу в сертифікованих лабораторіях підприємства. Висока якість готової продукції Одеського консервного заводу підтверджена сертифікатами державної системи сертифікації УкрСЕПРО та сертифікатами європейської системи управління безпечністю харчових продуктів ХАССР. На ринку готова продукція Одеського консервного заводу представлена трьома торговими марками: ТМ «ГОСПОДАРОЧКА», ТМ «Союз-Агро», ТМ «Союз морів» [15].

1.3 Характеристика водопостачання і водовідведення на ПрАТ ВО «Одеський консервний завод»

На плодоовочевих консервних заводах використовують значну кількість води для здійснення технологічних процесів переробки сировини в готову продукцію, забезпечення необхідних санітарно-гігієнічних умов на виробництві, підтримання режимів роботи обладнання, гасіння пожеж, поливу зелених насаджень, забезпечення роботи медпункту, їдальні, мийки машин, проведення ремонтних робіт тощо.

Потреби у воді індивідуальні для кожного плодоовочевого консервного заводу чи цеху. Загальні витрати води, що використовується на такому підприємстві, залежать від асортименту продукції, вихідної сировини, потужності підприємства, технологічних ліній і типу технологічного обладнання, вимог до санітарно-гігієнічних вимог на виробництві, площ промислових цехів, складів та інших приміщень, а також наявних відкритих промислових площадок з твердим покриттям, наявного озеленення територій, кількості працюючих, кліматичної зони, в якій розташоване підприємство тощо.

Водопостачання ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» здійснюється з міського водогону двома вводами. Також водопостачання здійснюється з власного шахтного колодязя. Вода з нього використовується для технічних потреб підприємства. Діаметр водоводів на підприємстві становить 0,15 м, тиск води на вході в підприємство - 6,0 кгс/см² (\approx 6 атм або \approx 60 кПа).

Відомо, що витрати води на підприємстві в сезон переробки овочевої сировини становлять в середньому 375 м³/год. Норми витрат води на виробництво окремих видів консервованої продукції наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Норми витрат води на виробництво консервованої плодоовочевої продукції

Групи консервів	Вид консервованої продукції	Норма витрат води на одиницю готової продукції, м ³ /т
Концентровані томат-продукти	Томат-паста і пюре томатне	15,5
	Томатні соуси	1,62
Консерви овочеві закусочні	Ікра кабачкова	3,58
	Суміш овочів "Лечо"	2,29
Соки, маринади	Соки овочеві	3,10
	Маринади	3,10
	Консервований солодкий перець	2,40

Консерви овочеві натуральні	Огірки консервовані	2,34
	Томати консервовані	2,34
	Кукурудза цукрова консервована	2,03
	Горошок зелений консервований	2,03

Також відомо, що витрати води не в сезон переробки овочів становлять в середньому 3 тис. м³. Всі потреби у воді задовольняються із вказаних вище джерел водопостачання [16].

На основі проведених раніше досліджень [4, 5] складено структуру витрат свіжої води (води з мережі централізованого водопостачання) на консервному заводі. Вона представлена в табл.1.4.

Таблиця 1.4 - Структура витрат води із джерела водопостачання на консервному заводі

Виробничі потреби ≈ 92 %	<ul style="list-style-type: none"> • приготування заливок та маринадів, варка сировини (в середньому 10 %); • миття сировини, тари і технологічного обладнання (в середньому 45 %); • забезпечення роботи технологічного обладнання, в тому числі автоклавів, пастеризаторів, обладнання для бланшування сировини, теплообмінників, випарних установок, котлів (в середньому 30 %).
Господарсько-побутові потреби ≈ 5 %	<ul style="list-style-type: none"> • питні потреби працівників; • мийка і санітарна обробка технологічного обладнання, виробничих цехів та виробничих площадок; • забезпечення водою виробничої лабораторії, медпункту, харчоблоку, душів і санітарних вузлів; • полив зелених насаджень.
Протипожежні та інші допоміжні потреби ≈ 3 %	<ul style="list-style-type: none"> • гасіння пожеж; • вода для виконання будівельних і ремонтних робіт; • мийка автотранспорту.

Примітка: всі відсотки, зазначені в таблиці, є усередненими відсотками і віднесені до загального об'єму використаної на підприємстві свіжої води.

Відомо, що загальна кількість стічних вод, що утворюється на підприємстві, становить 90 % від загального споживання води. Незначна частка від загальної кількості виробничих стічних вод використовується для оборотного водопостачання вакуум-випарної установки та циркулює в замкненому водному контурі «котельня-теплообмінне обладнання виробничих цехів».

Конденсати технологічної пари від теплообмінників та випарного апарату, розміщених у виробничих цехах, вважають «умовно чистими стічними водами». Вони циркулюють в замкненому внутрішньозаводському водному контурі. Від теплообмінників сконденсована водяна пара повертається в котельню. Для поповнення втрат води в циклі конденсат змішують з хімічищеною свіжою водою

(доочищена водопровідна вода). Далі змішаний потік води аерують перед подачею в котел в якості підживлювальної води. Відомо, що в сезон переробки овочів котельня «Одеського консервного заводу» генерує від 16 до 22 т/год водяної пари. Відповідно, аналогічний об'єм води циркулює в замкненому водному контурі [16].

Стічна вода від барометричного конденсатору подається на градирню для охолодження, а звідти знову в барометричний конденсатор вже в якості охолоджуючої води для конденсації вторинної пари випарного апарату. Тобто, вона циркулює в оборотній системі водопостачання вакуум-випарної установки. Після завершення роботи випарної установки стічна вода із барометричного конденсатору скидається в локальну мережу водовідведення підприємства.

Локальна мережа водовідведення проходить через всю територію консервного заводу, обслуговує всі об'єкти, розташовані на території заводу і є розімкнутою. Її пропускну здатність становить 180 м³/год. За принципом дії вона є самопливною. Трасування локальної мережі водовідведення і нумерація контрольних колодязів починається від найбільш віддалених на території підприємства будинків [16].

У локальну мережу водовідведення стічні води поступають через 130 випусків водовідведення, розташованих на території підприємства. Зливові стоки на підприємстві збираються і скидаються в спільну для них, а також для виробничих і для побутових стічних вод локальну мережу водовідведення. Це пов'язано з тим, що в м. Одесі немає відокремленої системи централізованого зливового водовідведення з окремою станцією очищення таких стоків.

Із локальної мережі водовідведення ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» здійснює скидання стічних вод в міську мережу водовідведення. Скидання стоків в міський збірний колектор здійснюють через два випуски водовідведення підприємства. Кожен випуск водовідведення має облаштований контрольний колодязь. Зі збірного колектора стічні води підприємства потрапляють у головний колектор, а далі вже транспортуються на очисні споруди системи централізованого водовідведення.

Проведений огляд стану водопостачання і водовідведення на ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» показав, що підприємство у своїй діяльності використовує значні об'єми води питної якості і при цьому велику кількість води у вигляді змішаного потоку виробничих, побутових і зливових стічних вод скидає в міську мережу водовідведення. Повторному використанню на підприємстві піддається незначна частка стоків. З огляду на складну ситуацію в світі і Україні з водними

ресурсами можна говорити проте, що сьогодні на підприємстві реалізується нерациональний підхід до водокористування. Можливо, ціна за водопостачання і водовідведення для підприємств була такою, що не стимулювала впровадження змін в управлінні водними ресурсами. Але останніми роками ситуація змінилася і питання раціонального використання води при виробництві консервованої продукції стало дуже актуальним.

1.4 Взаємодія між консервним заводом як споживачем послуг з водопостачання і водовідведення та водоканалом, як виробником, що надає такі послуги

Консервний завод здійснює забір питної води із мережі централізованого водопостачання та скидає стічні води в мережу централізованого водовідведення м. Одеси, а також сплачує за послуги водопостачання і водовідведення ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал» відповідно до укладеного договору. Договір складають на підставі місцевих Правил користування системами комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України [18], Правил приймання стічних вод у систему каналізації міста Одеси [22, 23], Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення [19].

ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» повністю покриває витрати водоканалу, пов'язані із водопостачанням підприємства, а також із транспортуванням і очищенням стічних вод та сплачує збір за забруднення ними довкілля. В разі порушення договору завод сплачує водоканалу плату за скид понаднормових забруднень, а також відшкодовує збитки, обумовлені порушенням режиму скиду і допустимих концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах підприємства.

На сайті ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал» наведено інформацію про якість і безпечність питної води, що подається населенню і підприємствам м. Одеси (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 - Показники якості питної води в водопровідній мережі м. Одеси станом на 26.11.2024 [20]

№ з/п	Найменування показників	Значення	Норматив ДСанПіН 2.2.4-171-10
1	Температура, градуси °С	8,2	не норм.

2	Забарвленість, градуси	11	≤ 20
3	Каламутність, мг/дм ³	0,33	≤ 0,58
4	pH (водневий показник), од. pH	7,65	6,5 - 8,5
5	Амоній, мг/дм ³	< 0,1	≤ 0,5
6	Нітрити, мг/дм ³	< 0,003	≤ 0,5
7	Хлориди, мг/дм ³	29,0	≤ 250
8	Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	2,0	≤ 7,0
9	Загальна лужність, ммоль/дм ³	3,3	не норм.
10	Хлор залишковий вільний, мг/дм ³	0,31	0,3 - 0,5
11	Хлор залишковий зв'язаний, мг/дм ³	0,50	0,8 - 1,2
12	Окиснюваність, мг/дм ³	2,40	≤ 5,0
13	Сухий залишок, мг/дм ³	330,6	≤ 1000
14	Залізо загальне, мг/дм ³	< 0,1	≤ 0,2
15	Загальне мікробне число, КУО/100см ³	2	≤ 50
16	Загальні коліформи, КУО/100см ³	не виявлено	відсутність
17	E. coli, КУО/100см ³	не виявлено	відсутність
18	Ентерококи, КУО/100см ³	не виявлено	відсутність

Згідно нормативного документу [19] «до систем централізованого водовідведення підприємство може скидати стічні води, які не призводять до порушення роботи мереж водовідведення та очисних споруд, безпеки їх експлуатації та можуть бути очищені на очисних спорудах системи централізованого водовідведення». Саме тому «стічні води підприємства не повинні містити: горючих домішок і розчинених газоподібних речовин, здатних утворювати вибухонебезпечні суміші; речовин, які здатні захаращувати труби, колодязі, решітки або відкладатися на їх поверхнях (сміття, ґрунт, абразивні порошки та інші грубодисперсні зависі, гіпс, вапно, пісок, металева та пластмасова стружка, жири, смоли, мазут, пивна дробина, хлібні дріжджі тощо); тільки неорганічні речовини або речовини, які не піддаються біологічній деструкції; речовин, для яких не встановлено ГДК для води водойм або токсичних речовин, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод, а також речовин, для визначення яких не розроблено методів аналітичного контролю; небезпечних бактеріальних, вірусних, токсичних та радіоактивних забруднень; біологічно жорстких СПАР, рівень первинного біологічного розкладу яких становить менше 80%. Крім того стічні води підприємства, які скидаються в міську каналізацію не повинні мати: температуру вище 40 °С; pH нижче 6,5 або вище 9,0; показник ХСК вище показника БСК₅ більше ніж у 2,5 рази; БСК, яке перевищує вказане

в проєкті очисної споруди системи централізованого водовідведення відповідного населеного пункту. Також скид стічних в каналізацію міста не повинен: завдавати шкоди здоров'ю персоналу, що обслуговує системи централізованого водовідведення; унеможливити утилізацію осадів стічних вод із застосуванням методів, безпечних для навколишнього природного середовища; містити забруднюючих речовин з перевищенням ДК (табл. 1.6)» [19, 22, 23].

Таблиця 1.6 - Допустимі концентрації забруднюючих речовин у стічних водах, які скидаються до системи централізованого водовідведення м. Одеси [23]

Показники	Одиниці виміру	Максимально допустиме значення показника в пробі стічних вод	
		КОС «Північна»	КОС «Південна»
Завислі речовини	мг/дм ³	204,5	167,6
БСК _(т)	мгО ₂ /дм ³	134,7	106,6
ХСК	мгО ₂ /дм ³	215,0	202,8
Азот амонійний	мг/дм ³	8,1	9,7
Нітрати	мг/дм ³	35,7	36,7
Нітроти	мг/дм ³	1,2	0,7
Фосфати	мг/дм ³	3,67	3,4
Хлориди	мг/дм ³	230,1*	237,7*
Сульфати	мг/дм ³	163,8*	148,3*
Сульфіди	мг/дм ³	1,5	1,5
Загальна мінералізація (сухий залишок)	мг/дм ³	989,8	995,4
Залізо (загальне)	мг/дм ³	0,2	0,2
Жири	мг/дм ³	9,5	10,0
Нафтопродукти	мг/дм ³	0,38	0,4
СПАР	мг/дм ³	5,0	4,75
Феноли	мг/дм ³	0,03	0,03
Кадмій	мг/дм ³	0,00025	0,00025
Мідь	мг/дм ³	0,005	0,005
Нікель	мг/дм ³	0,0066	0,0066
Свинець	мг/дм ³	0,005	0,005
Цинк	мг/дм ³	0,01	0,01
Хром (3 ⁺)	мг/дм ³	0,005	0,005
ХСК/ БСК _(т)		≤ 2,5	≤ 2,5

Нормативним документом [19] заборонено «скидати до системи централізованого водовідведення без попереднього знешкодження та знезараження на локальних очисних спорудах з обов'язковою утилізацією або захороненням утворених осадів стічної води, що містять забруднюючі речовини, визначені у переліку забруднюючих речовин, що заборонені до скидання до системи централізованого водовідведення» [19].

Саме тому стічні води на ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» перед скидом розділяють на «умовно чисті» або незабруднені (конденсати водяної пари) та

забруднені (переважна більшість виробничих стоків, побутові стоки і стоки, що формуються внаслідок атмосферних опадів). Крім того, стічні води перед скидом в міську мережу водовідведення ще локально очищають від грубих механічних домішок. Для цього застосовують послідовно встановлені решітки, пісковловлювачі та відстійники. Також перед скидом стічних вод у міську мережу водовідведення встановлені жироловлювачі та нафтовловлювачі [16].

На консервному заводі кількісні та якісні показники стічних вод суттєво не змінюються протягом доби, концентрації забруднюючих речовин не перевищують зазвичай ГД. Тому спеціальних ємностей для усереднення стоків та пристроїв, які забезпечують рівномірне скидання стічних вод підприємства в зовнішню мережу централізованого водовідведення протягом доби немає.

Приймання стічних вод від консервного заводу, їх відведення і очищення ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал» здійснює в межах розрахункових проектних показників системи централізованого водовідведення та КОС м. Одеси [22]. ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал» також контролює вміст забруднюючих речовин в стічних водах, які скидає консервний завод в мережу централізованого водовідведення міста у відповідності до укладеного договору.

За надані ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал» послуги консервний завод, як суб`єкт господарювання сплачує: за централізоване водопостачання - 23,02 грн за 1 м³ (без ПДВ), а за централізоване водовідведення - 19,12 грн за 1 м³ (без ПДВ). Такі тарифи затверджені Постановою Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг від 28.05.2024 року №1011 з 01.06.2024 року для деяких категорій споживачів філії «Інфоксводоканал» ТОВ «Інфокс» [21].

1.5 Організація повторного водокористування як важливий в умовах сталого розвитку вектор управління водними ресурсами

У відповідності до концепції сталого розвитку суспільства стічні води слід розглядати не як забруднену воду, яку слід швидко відвести на очисні станції, а після очищення скинути у водойму. Сьогодні це додаткове і відновлювальне джерело води, енергії та мінеральних ресурсів.

Відомо, що внаслідок стрімкого розвитку промисловості, змін клімату, збільшення чисельності населення на планеті, техногенних катастроф, скидання у водойми неочищених чи недостатньо очищених стічних вод в світі останніми

десятиліттями спостерігається стрімке забруднення води в поверхневих і підземних джерелах, а також скорочення запасів води в прісноводних джерелах. А вони є основним джерелом питної води. За прогнозами експертів, вже в 2030 році населення планети потребуватиме на 30 % більше води, на 45 % більше енергії, на 50 % більше їжі, ніж сьогодні [26].

Особливої уваги застосовують стічні води. Вони є таким фактором впливу на водні ресурси та загалом довкілля, яким можна управляти на рівні кожної людини, кожного підприємства, кожного населеного пункту. Але так не відбувається, зокрема в нашому регіоні.

В «Екологічному паспорті Одеської області за 2023 р.» в розділі «Найважливіші екологічні проблеми» зазначено, що «найбільшою проблемою з точки зору погіршення якості води у водоймах області є скидання забруднених стічних вод». Лише 59 % від усіх підприємств, що здійснюють скид стічних вод у поверхневі водойми мають затверджені норми ГДК. Основними забруднювачами поверхневих вод є підприємства ЖКГ. В Одеському районі таким підприємством є ТОВ «Інфокс» філія «Інфоксводоканал». Серед причин ситуації, що склалася, називають наступні: близько 30 % КОС знаходяться в незадовільному санітарно-технічному стані або потребують реконструкції; КОС в регіоні переважно «були збудовані в 70-80-х роках минулого століття. Вони застарілі і не відповідають сучасним вимогам, не мають коштів на ремонт та належну експлуатацію споруд; не ведуться поточні і капітальні ремонти; аварійні ситуації на КОС та їх мережах своєчасно не ліквідовуються, відсутній контроль за їх роботою» [28].

При порушенні технології очищення стічних вод, а також при збільшенні концентрації в стічних водах фосфатів, СПАР, сполук азотної групи (а така тенденція спостерігається протягом останніх років) на виході із КОС стоки містять речовини в концентраціях, що перевищують ДК [28]. І як результат скиду в поверхневі водойми недостатньо очищених стічних вод - забрудненні в нашому регіоні лимани і Чорне море, забруднені ґрунти і атмосферне повітря.

Загострює проблему ще й те, що впродовж останніх трьох десятиліть обговорюється на всіх рівнях питання спорудження мережі для глибоководного і віддаленого випуску стоків після КОС «Північна» в Одеську затоку, але мало що зроблено. КОС «Північна» - це станція біологічного очищення, яка сьогодні приймає 65 % стічних вод м. Одеси. Тривалий час стоки після КОС скидалися в Хаджибейський лиман для його поповнення прісною водою. В теперішній час дамба лиману перебуває в аварійному стані, крім того води лиману дуже забруднені. Тому

сьогодні стічні води скидають безпосередньо в море на відстані 150 м від міського пляжу «Лузанівка» [29, 30].

Поруч із місцем скиду стоків в море розташований забір води до Куяльницького лиману. Додавання морської води до Куяльницького лиману необхідне для існування цієї водойми. Але її забруднення речовинами із стоків згубно діє на флору і фауну лиману. Так, невирішене впродовж десятиліть питання зі скидом стоків від КОС «Північна» стає причиною забруднення Чорного моря, Хаджибейського та Куяльницького лиманів, а також причиною різних захворювань у людей, що купаються в цих водоймах та ще низки екологічних проблем. Наприклад, сморід влітку 2023 року, який дуже добре відчували жителі Одеси та масовий мор риби в Хаджибейському лимані [29, 30].

Одеський регіон – це регіон туристичний, де однією із улюблених локацій для відпочинку і оздоровлення є море і лимани. Втрата унікальних властивостей цими локаціями негативно вплине на економічний розвиток регіону. Фахівці екологи пропонують існуючу проблему вирішувати комплексно. Одним із шляхів її вирішення називають модернізацію не тільки КОС «Північна», а і КОС «Південна». Очищена стічна вода має відповідати нормативним вимогам до технічної води. Тоді вона не тільки буде використана для поповнення Хаджибейського лиману чистою водою, а і для поливу зелених насаджень, мийки автошляхів, автомобілів та інших потреб [29, 30].

Ще одним дієвим шляхом комплексного вирішення зазначеної вище проблеми фахівці вважають більш широке впровадження на підприємствах міста, зокрема консервного заводу, технологій локального очищення стічних вод з метою подальшого їх використання для власних потреб. Це один із інноваційних напрямків управління водними ресурсами. Нажаль, він ще часто недооцінюється і розглядається лише тоді, коли наявних водних ресурсів вже недостатньо [34].

Використання зібраних, локально очищених різних потоків стічних вод для повторного водокористування на виробництві дозволить:

- диверсифікувати джерела води;
- скоротити забір свіжої питної води із мережі централізованого водопостачання, а відповідно із природних джерел;
- скоротити обсяг стічних вод, що скидає підприємство в мережу централізованого водовідведення міста, а відповідно і скид стічних вод після СБО в поверхневі водойми;

- зменшити навантаження на очисні споруди централізованого водовідведення;
- отримати додаткові прибутки за рахунок виробництва корисної для суспільства продукції внаслідок відновлення зі стічних вод цінні речовини;
- налагодити виробництво біогазу та задовольнити власні потреби підприємства в електронергії, тобто посилити енергонезалежність підприємства;
- уникнути переміщення води на великі відстані, а відповідно зекономити кошти;
- підвищити стійкість та адаптивність міської системи водопостачання;
- через позитивну практику збереження навколишнього середовища посилити конкурентні переваги продукції підприємства на ринку [32,33].

Доцільність більш широкого впровадження локальних систем очищення стічних вод зазначено і в нормативному документі «Правила приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення» [19].

Повторне використання очищених стічних вод передбачає використання децентралізованих автономних системи для очищення невеликих об'ємів стоків. Встановлення таких систем дозволяє збирати, обробляти, скидати та повторно використовувати потоки стічних вод поблизу місця їх утворення та поблизу місця використання. Важливим для таких систем є розділення потоків стічних вод на місці їх виникнення. Це дозволяє спростити технології очищення стоків та збільшити потенціал відновлення ресурсів [35].

У випадку повторного водокористування якість очищених стоків на консервному заводі має відповідати вимогам до якості технічної води (це мінімум) чи навіть питної води (це максимум). Вимоги до якості питної води є більш жорсткими, в порівнянні з вимогами до технічної води. Відповідно, більш складними і дуже ефективними мають бути технологічні процеси та загалом технологія очищення стічних вод. В технології повторного водокористування необхідно застосовувати технологічне обладнання енергоефективне та з низькими питомими витратами води. Весь процес очищення стічних вод повинен строго контролюватись. Технологія має бути як ресурсоефективною, так і «зеленою», тобто сама не повинна чинити негативний вплив на навколишнє середовище.

Деякі інженерні рішення щодо впровадження таких технологій вже представлені на ринку. Та все ж стрімкого розвитку у цій сфері ще немає. Обґрунтовують цю ситуацію різними причинами. Серед них - прив'язаність до перевірених технологій, фрагментована адміністративна структура водного господарства, відсутність

законодавства, складність впровадження будівельних проектів (проблеми з окремими трубопроводами), занепокоєння щодо рентабельності та фінансової стабільності, громадське сприйняття, повільне впровадження інновацій у водному секторі тощо [32 - 35].

Традиційно в Україні, і в більшості країн світу як питну використовують воду природну, підняту із поверхневих чи підземних джерел та оброблену до вимог нормативних документів на питну воду. Тому зрозумілими є сумніви у громадськості щодо якості і безпечності очищених стічних вод, щодо доцільності та взагалі можливості їх застосування для повторного водокористування, зокрема на харчових виробництва [7, 8].

В той же час такі реалії сьогодення такі: зростання чисельності населення на планеті, зміна клімату, зростання глобального дефіциту прісних вод, підвищення вартості питної води, зростання штрафів за порушення режиму скиду стічних вод та понаднормовий вміст в них забруднюючих речовин тощо. Вони стимулюють виробників, в тому числі і харчової продукції, впроваджувати технології для локального очищення стічних вод на підприємстві з метою їх повторного використання у виробничому процесі, а законотворців – розробляти нові і необхідні нормативні документи стосовно повторного водокористування та ефективного управління водними ресурсами заради сталого розвитку суспільства [7, 8].

1.6 Приклади успішного застосування технологій повторного водокористування на харчових підприємствах

Огляд літератури дозволив віднайти успішні приклади того, як харчові підприємства, що відомі у всьому світі, ефективно управляють водними ресурсами в сучасних умовах. Зупинимося на їх розгляді, оскільки вони можуть стати взірцем для інших підприємств харчової галузі [31].

Пивоварня компанії Carlsberg у Фредерісії (Данія). В 2021 році на підприємстві була встановлена система очищення виробничих стічних вод з метою використання очищеної води для власних потреб. Для очищення стічної води використовуються процеси ультрафільтрації, зворотного осмосу, біотехнології, передові процеси окислення. В результаті їх комбінованого застосування із стічної води отримують воду високої якості. В технології використане обладнання від відомих виробників (Ultraaqua, Grundfos та інші). До розробки і впровадження технології

очищення стоків були залучені фахівці з пивоварні, а також фахівці із відділів управління продовольчою безпекою [31].

Впровадження системи очищення стоків на пивоварні дозволили підприємству зменшити забір свіжої води із зовнішньої мережі централізованого водопостачання на 50 %. Утворений мул після біологічного очищення стічних вод підприємство передає підприємствам сільського господарства як добриво для органічного землеробства [31].

Застосування анаеробного біореактору із висхідним шаром мулу дозволило крім очищення стічних вод отримувати додатково ще біогаз. Його використовують для генерації електроенергії. Цієї електроенергії вистачає, щоб задовольнити частину власних потреб підприємства. Крім того, застосування біореактору зазначеного типу сприяє скороченню викидів CO₂ в атмосферу.

До 2030 року пивоварня Carlsberg планує ще більше скоротити забір питної води із мережі централізованого водопостачання, а також шляхом впровадження маловодних технологій зменшити питомі витрати води на виробництво готової продукції. Сьогодні вони становлять 1,4 л води на 1 л пива. Підприємство активно співпрацює з громадами та активно поширює свою ідеологію щодо збереження водних ресурсів [31].

Завод з виробництва напоїв компанії PepsiCo у Вальехо (Мексика). Мексика є вододефіцитною країною. Тому на підприємстві приділяють значну увагу управлінню водними ресурсами. Наприклад, в період з квітня до липня 2022 року підприємство взагалі не здійснювало забір води із мережі централізованого водопостачання. Для забезпечення всіх потреб у воді використовувалися очищені стічні води. Крім того на підприємстві реалізовані проекти збору і використання в технологічних процесах дощової води, конденсації атмосферної вологи з подальшим її очищення та використання. Крім напоїв підприємство виробляє картопляні чіпси. То навіть водяну пару, яка випаровується в процесі їх виробництва, конденсують, очищають і використовують на підприємстві [31].

Компанія PepsiCo має більше двох сотень підприємств по всьому світу. Керуючись ідеєю збереження водних ресурсів вона підвищила ефективність використання води на 67 % своїх підприємств з 2015 року і надалі масштабує свої проекти. До 2030 року компанія PepsiCo планує зменшити експлуатаційне використання води на 50 % порівняно з 2015 роком. Це дозволить скоротити забір води з мережі централізованого водопостачання на 11 мільярдів літрів води за рік [31].

В Україні також є компанії, які успішно управляють водними ресурсами. Серед них фермерське господарство “Органік Системс” (Миколаївська обл.).

Технології очищення стічних вод з метою їх повторного використання на харчових підприємствах, зокрема і плодоовочевих консервних заводах, ще на початку шляху свого розвитку. Успішний практичний досвід повторного водокористування має лише декілька компаній. Тому дуже актуальними є дослідження, спрямовані як на розробку так і на впровадження таких технологій.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Мета і завдання дослідження. Об'єкт і предмети дослідження

Виконаний і представлений в розділі 1 огляд літератури за темою дослідження показав, що напрямок наукових досліджень, пов'язаний з аналізом, вдосконаленням існуючих, а також створенням нових технологій для ефективного очищення максимально можливої кількості стічних вод плодоовочевих консервних заводів з метою організації на підприємстві повторного водокористування є актуальним.

Зрозуміло, що факторами, які визначають можливості для повторного водокористування на плодоовочевому консервному заводі будуть об'єм стічних вод, концентрації і вид забруднюючих речовин в цих водах, способи, обладнання та техніко-економічна ефективність і екологічна безпечність технологій для очищення стічних вод, місцеві вказівки/законодавство щодо скидів, наявність джерел водопостачання, якість води в них та тарифи на цю воду і водовідведення тощо.

З врахуванням виконаного огляду літератури сформульована наступна мета роботи: оцінити можливості для організації повторного водокористування на вибраному для аналізу плодоовочевому консервному заводі та розробити технологію локального очищення стічних вод цього підприємства.

Для досягнення мети роботи необхідно:

- виконати аналіз джерел утворення стічних вод на консервному заводі і класифікувати стічні води консервного заводу;
- дослідити хімічний склад стічних вод консервного заводу;
- розрахувати витрати стічних вод підприємства та оцінити ефективність водокористування на підприємстві;
- розробити технологічну схему децентралізованого очищення стічних вод з метою організації повторного водокористування на консервному заводі;
- розробити заходи з охорони праці та цивільного захисту в науково-дослідній лабораторії.

Об'єктом дослідження вибрано систему децентралізованого очищення стічних вод плодоовочевого консервного заводу, призначену для організації на підприємстві повторного водокористування.

Предметами дослідження визначено: джерела утворення, класифікація, обсяги та хімічний склад стічних вод консервного заводу; ефективність водокористування на підприємстві; технологія очищення стічних вод; заходи з охорони праці в науково-дослідній лабораторії.

2.2 Методи дослідження, обробки і узагальнення отриманих результатів

Методологія наукового дослідження передбачала виконання теоретичних і експериментальних досліджень у відповідності до сформульованих завдань роботи. Зокрема були використані наступні методи:

- пошук і накопичення наукової інформації;
- аналіз і синтез;
- експеримент;
- математична обробка експериментальних даних;
- формування висновків і рекомендацій.

Такі методи, як пошук і накопичення наукової інформації, а також аналіз і синтез були використані для виконання теоретичної частини дослідження, а саме для: аналізу джерел утворення стічних вод на консервному заводі, аналізу джерел літератури стосовно хімічного складу роздільних потоків стічних вод консервного заводу, узагальнення результатів експерименту, розробки класифікації стічних вод консервного заводу, розрахунку обсягів стічних вод та оцінки раціональності використання води на підприємстві, розробки технологічної схеми децентралізованого очищення стічних вод заводу з метою їх повторного водокористування, розробки заходів з охорони праці в науково-дослідній лабораторії тощо.

2.2.1 Методи експериментального дослідження

Завданням експериментального дослідження було визначити показники хімічного складу стічної води, що відводиться із локальної мережі водовідведення консервного заводу через один випуск в колектор централізованої мережі водовідведення міста. Такі стічні води є сумішшю виробничих, побутово-господарських та зливових вод, що утворюються на території заводу. В період виконання кваліфікаційної роботи отримати для аналізу пробу таких стічних вод було можливо, на відміну від проб роздільних потоків стічних вод підприємства.

Для виконання експериментальних досліджень використовували стандартні методи та повірене лабораторне обладнання.

Згідно нормативного документу [19] відбір проби стічної води для лабораторного аналізу здійснювали у відповідності до:

- ДСТУ ISO 5667-2-2003 «Якість води. Відбір проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбирання проб» [36];
- ДСТУ ISO 5667-3-2001 «Якість води. Відбір проб. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами» [37];
- ДСТУ ISO 5667-10-2005 «Якість води. Відбирання проб. Частина 10. Настанови щодо відбирання проб стічних вод» [38];
- КНД 211.1.0.009-94 «Гідросфера. Відбір проб для визначення складу та властивостей стічних і технологічних вод» [39].

Дослідження хімічного складу стічної води здійснювали шляхом вимірювання показників: рН, вміст завислих речовин, сухий залишок, ХСК, амоній-іонів, нітратів, нітрит-іонів, заліза загального. Ці дослідження виконували самостійно в науково-дослідній лабораторії кафедри екології, води та природоохоронних технологій з використанням методів, наведених в наступних нормативних документах:

- МВВ № 081/12-0317-06 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань водневого показника (рН) електрометричним методом» [40];
- КНД 211.1.4.039-95 «Метрологічне забезпечення. Методика гравіметричного визначення завислих (суспендованих) речовин в природних і стічних водах» [41];
- КНД 211.1.4.042-95 «Методика гравіметричного визначення сухого залишку (розчинених речовин) в природних та стічних водах» [42];
- КНД 211.1.4.021-95 «Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Метрологічне забезпечення. Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах» [43];
- КНД 211.1.4.030-95 «Метрологічне забезпечення. Методика фотометричного визначення амоній-іонів з реагентом Неслера в стічних водах» [44];
- КНД 211.1.4.027-95 «Метрологічне забезпечення. Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою у поверхневих та біологічно очищених водах» [45];

- КНД 211.1.4.023-95 «Метрологічне забезпечення. Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах» [46];

- МВВ № 081/12-0175-05 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації заліза загального фотоколориметричним методом з роданідом» [47].

Інші показники хімічного складу стічної води, а саме БСК₅, вміст фосфатів, хлоридів, сульфатів, сульфідів, жирів, нафтопродуктів, СПАР, фенолів, важких металів, зокрема міді, кадмію, нікелю, свинцю, хрому (III), були визначені в спеціалізованій лабораторії м. Одеси з використанням методів, наведених в наступних нормативних документах:

- МВВ № 081/12-0310-06. «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика визначення біохімічного споживання кисню після n днів (БСК) за допомогою оксиметра» [48];

- МВВ 081/12-0005-01 «Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів фотометричним методом» [49];

- КНД 211.1.4.037-95 «Методика меркуриметричного визначення хлоридів в поверхневих та стічних водах» [50];

- МВВ № 081/12-0177-05 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів титриметричним методом» [51];

- МВВ 081/12-0315-06 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сірководню (сульфідів) фото колориметричним методом» [52];

- МВВ № 081/12-0646-09 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації жирів та масел гравіметричним методом» [53];

- МВВ № 081/12-0645-09 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації нафтопродуктів гравіметричним методом» [54];

- КНД 211.1.4.017-95 «Методика екстракційно - фотометричного визначення аніонних поверхнево-активних речовин (АПАР) з метиленовим блакитним у природних та стічних водах» [55];

- МВВ № 081/12-0119-03 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації летких з паром фенолів з використанням 4-аміноантипірину» [56];

- МВВ 081/12-0454-07 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації міді атомно-абсорбційним методом (електротермічна атомізація)» [57];

- МВВ № 081/12-0455-07 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації кадмію атомно-абсорбційним методом (електротермічна атомізація)» [58];

- МВВ № 081/12-0178-05 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації нікелю фотоколориметричним методом» [59];

- МВВ № 081/12-0414-07 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації свинцю атомно-абсорбційним методом (полуменева атомізація)» [60];

- МВВ № 081/12-0114-03 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації хрому загального, хрому (VI) та хрому (III) екстракційно-фотоколориметричним методом з дифенілкарбазидом» [61].

- МВВ № 081/12-0413-07 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації цинку атомно-абсорбційним методом (полуменева атомізація)» [74].

Зведена характеристика методів аналізу хімічного складу стічної води, використаних для експериментального дослідження, наведено в табл.2.1 а і б. Вони складені на основі джерел літератури [40-61, 74], а також з врахуванням нормативних документів щодо лабораторного контролю похибок вимірювання показників хімічного складу стічних вод:

- КНД 211.1.4.044-95 «Внутрішньо лабораторний контроль похибок визначень складу проб вод. Методика» [62];

- ДСТУ ГОСТ 27384:2005 «Вода. Норми похибки вимірювань показників складу і властивостей» [63].

В табл.2.1а крім показників хімічного складу стічної води, які вимірювали експериментальним шляхом, наведено методи їх визначення та принципи вимірювання. Метод визначення показника хімічного складу стічної води включає підготовку проби до аналізу, його безпосереднє вимірювання та обробку результатів експериментального вимірювання. Принцип вимірювання – це особливості

проведення вимірювання, порядок вимірювання, застосовані лабораторні прилади та реагенти [64].

Таблиця 2.1а – Зведена характеристика експериментальних методів аналізу хімічного складу стічної води [40 – 61]

№ з/п	Показник, одиниця вимірювання	Метод визначення	Принцип вимірювання
1	pH, од.pH	Електрометричний	Визначення pH зі скляним електродом базується на тому, що зміна значення pH на одиницю в певному діапазоні pH викликає зміну потенціалу електроду на 58, 1 мВ при 20 °C [40].
2	Завислі речовини, мг/дм ³	Гравіметричний	Пробу фільтрують через паперові фільтри. Далі фільтри сушать і зважують. За різницею мас висушених при 105 °C протягом години фільтрів до і після фільтрування визначають вміст завислих речовин в пробі [41].
3	Сухий залишок (мінералізація), мг/дм ³	Гравіметричний	Пробу у фарфоровій чашці випаровують, а потім висушують при температурі 105 °C протягом години в сушильній шафі. За різницею мас пустої чашки та із сухим залишком визначають масу останнього в пробі [42].
4	ХСК, мгО ₂ /дм ³	Титриметричний	Принцип вимірювання ґрунтується на реакції на окисленні органічних і неорганічних речовин, що містяться у воді, калієм двохромовоокислим у кислому середовищі при кип'ятінні. А також на подальшому титруванні проби розчином солі Мора до зміни її забарвлення від фіолетового до зелено-блакитного [43].
5	Амоній, мг/дм ³	Фотометричний	Принцип вимірювання ґрунтується на реакції іону амонію з реактивом Неслера з утворенням забарвленої в лужному середовищі в жовтий колір сполуки. Вимірюють оптичну густину забарвленого розчину при довжині хвилі $\lambda = 440$ нм і за калібрувальною кривою визначають концентрацію іонів амонію в пробі [44].
6	Нітрати, мг/дм ³	Фотометричний	Принцип вимірювання ґрунтується на взаємодії нітрат іонів і саліцилат-іонів у фосфатному середовищі, з утворенням кислоти та забарвленого розчину. Вимірюють оптичну густину розчину при довжині хвилі $\lambda = 410$ нм і за калібрувальною кривою визначають концентрацію нітратів в пробі [45].
7	Нітрити, мг/дм ³	Фотометричний	Принцип вимірювання ґрунтується на реакції діазотування сульфанілової кислоти нітритами, присутніми в пробі, і реакції одержаної солі з α -нафтиламіном з утворенням

			червоно-фіолетового азобарвника. Вимірюють оптичну густину забарвленого розчину при довжині хвилі $\lambda=520$ нм та за калібрувальною кривою визначають концентрацію нітритів в пробі [46].
8	Залізо загальне, мг/дм ³	Фотометричний	Принцип вимірювання ґрунтується на реакції іонів заліза (III) з іонами роданіду в сильно кислому середовищі, що супроводжується забарвленням проби в криваво-червоний колір. Вимірюють оптичну густину розчину при довжині хвилі $\lambda=490\dots508$ нм та визначають за калібрувальною кривою концентрацію заліза загального в пробі [47].
9	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Електрометричний (портативним оксиметром)	Визначають БСК ₅ за різницею між вмістом кисню після попередньої аерації проби та після інкубації проби протягом 5 діб при температурі $20 \pm 1^\circ\text{C}$ без доступу кисню і світла в повністю заповненій і закупореній колбі. Вміст кисню вимірюють оксиметром. При визначенні БСК ₅ пробу розбавляють. Для розбавлення використовують воду з поживними речовинами для протікання біохімічних процесів в пробі [48].
10	Фосфати (а саме розчинні ортофосфати), мг/дм ³	Фотометричний	Принцип вимірювання ґрунтується на реакції ортофосфат-іонів з молібдатом в кислому середовищі з утворенням жовтої гетерополікислоти, яка при додаванні сурмяно-виннокислого калію, аскорбінової кислоти переходить в сполуку, яка інтенсивно забарвлює розчин в синій колір. Вимірюють оптичну густину забарвленого розчину при довжині хвилі $\lambda = 630\dots656$ нм і за калібрувальною кривою визначають концентрацію фосфатів в пробі [49].
11	Хлориди, мг/дм ³	Титриметричний	Принцип вимірювання ґрунтується на титруванні проби розчином нітрату ртуті (II) в присутності дифінілкарбазону в кислому середовищі. В точці еквівалентності відбувається зміна забарвлення проби від синьо-зеленого в жовте. Далі за формулою розраховують вміст хлоридів в пробі стічної води [50].
12	Сульфати, мг/дм ³	Титриметричний	Принцип вимірювання ґрунтується пропусканні проби через катіоніт в Н-формі та осадженні титрованим розчином хлориду барію. Надлишок іонів барію визначають комплексометричним титруванням титрованим розчином комплексу III в аміачному середовищі із застосуванням крезолфталексона в якості індикатора. Зворотним титруванням розчином хлориду барію визначають точку еквівалентності [51].

13	Сульфіді, мг/дм ³	Фотоколориметричний	Принцип вимірювання ґрунтується на реакції взаємодії сульфідів з продуктами окислення етилоксиетилпарафенілендіаміну солями заліза (III), внаслідок якої розчин набуває зеленувато-блакитного забарвлення. Вимірюють оптичну густину забарвленого розчину при $\lambda = 630 \dots 656$ нм і за калібрувальною кривою визначають вміст сульфідів в пробі [52].
14	Жири, мг/дм ³	Гравіметричний	Підкислену пробу випаровують в фарфоровій чашці до постійної маси, сухий залишок екстрагують петролейним ефіром при нагріванні, ефір відганяють а залишок висушують. Після охолодження сухий залишок зважують і за формулою розраховують концентрацію жирів в пробі [53].
15	Нафтопродукти, мг/дм ³	Гравіметричний	Принцип вимірювання передбачає екстрагування хлороформом із проби стічної води органічних речовин, подальше випарювання хлороформу та розчинення залишку в гексані. Далі на колонці з оксидом алюмінію відділяють полярні сполуки, рослинні та тваринні жири, легкі вуглеводні. Потім випаровують гексан і гравіметрично вимірюють масу залишку. Розрахунковим способом визначають вміст нафтопродуктів у вихідній пробі [54].
16	СПАР, мг/дм ³	Екстракційно-фотометричний	Принцип вимірювання ґрунтується на властивості аніоноактивних синтетичних поверхнево-активних речовин (СПАР) утворювати з метиленовим синім комплексні асоціати. Ці асоціати розчиняються у хлороформі і забарвлюють розчин в синій колір. Вимірюють оптичну густину забарвленого розчину при довжині хвилі $\lambda = 650$ нм і за калібрувальною кривою визначають концентрацію СПАР в пробі [55].
17	Феноли, мг/дм ³	Екстракційно-фотометричний	Принцип вимірювання передбачає визначення тільки фенолів, які вступають в реакцію з 4-аміноатипірином. Пробу не розбавляють, забарвлений розчин екстрагують і концентрують в хлороформній фазі. Вимірюють оптичну густину забарвленого розчину при довжині хвилі $\lambda = 460$ нм і за калібрувальною кривою визначають концентрацію фенолів в пробі [56].
18	Мідь, мг/дм ³	Полум'яна атомно-абсорбційна спектрометрія	Принцип вимірювання ґрунтується на прямому визначенні концентрації хімічного елемента за величиною питомої адсорбції при використанні спектрометру ($\lambda = 324,7$ нм) в поєднанні із системою постійного фонового коректування [57].

19	Кадмій, мг/дм ³	Полум'яна атомно-абсорбційна спектрометрія	Принцип вимірювання ґрунтується на прямому визначенні концентрації хімічного елемента за величиною питомої адсорбції при використанні спектрометру ($\lambda=228,8$ нм) в поєднанні із системою постійного фонових коректування [58].
20	Нікель, мг/дм ³	Фотоколориметричний	Принцип вимірювання ґрунтується на реакції іонів нікелю в слабо-аміачному середовищі в присутності сильного окисника з диметилглюксимом. Внаслідок реакції утворюється комплексна сполука, яка забарвлює розчин в червоний колір. Вимірюють оптичну густину забарвленого розчину при довжині хвилі $\lambda = 536...540$ нм та за калібрувальною кривою визначають концентрацію нікелю в пробі [59].
21	Свинець, мг/дм ³	Полум'яна атомно-абсорбційна спектрометрія	Принцип вимірювання ґрунтується на прямому визначенні концентрації хімічного елемента за величиною питомої адсорбції при використанні спектрометру ($\lambda=217$ нм) в поєднанні із системою постійного фонових коректування [60].
22	Хром (III), мг/дм ³	Екстракційно-фотоколориметричний	Принцип вимірювання ґрунтується на реакції окислення Cr(VI) дифенілкарбазиду до дифенілкарбозону. При цьому Cr(VI) відновлюється до Cr(III), а процес окиснення супроводжується утворенням комплексної сполуки, яка забарвлює розчин в червоний колір. Вимірюють оптичну густину розчину при довжині хвилі $\lambda = 540$ нм та за калібрувальною кривою визначають концентрацію хрому в пробі [61].
23	Цинк	Полум'яна атомно-абсорбційна спектрометрія	Принцип вимірювання ґрунтується на прямому визначенні концентрації хімічного елемента за величиною питомої адсорбції при використанні спектрометру ($\lambda=213,8$ нм) в поєднанні із системою постійного фонових коректування [74].

В табл.2.1б наведено фактори, що заважають визначенню показників хімічного складу проби стічної води, діапазон вимірювання показника та нормативна похибка вимірювання, а саме відносна похибка (δ , %).

Таблиця 2.1б – Зведена характеристика експериментальних методів аналізу хімічного складу стічної води [40 - 63]

№ з/п	Показник, одиниця вимірювання	Фактори, що заважають визначенню показника	Діапазон вимірювання показника	Нормативна похибка вимірювання, $\delta_n, \%$ (при $n = 2$, $P = 0,95$)
-------	-------------------------------	--	--------------------------------	--

1	pH, од.pH	Вміст у пробі завислих речовин, олій, масла.	Від 1,0 до 10,0 од. pH	± 0,2 %
2	Завислі речовини, мг/дм ³	-	Від 1,0 до більше 500 мг/дм ³	± 20 %
3	Сухий залишок (мінералізація), мг/дм ³	Вміст в пробі летких речовин, CO ₂ .	Від 1 до 10000 мг/дм ³	± 10 %
4	ХСК, мгО ₂ /дм ³	Високі концентрації солей у пробі. Навіть після розведення проби при вмісті більше 2000 мг/дм ³ .	Від 50,0 до 200 мгО ₂ /дм ³ (без попереднього розведення проби). Від 200 до 8000 мгО ₂ /дм ³ (з розведенням проби).	± 20 % (для діапазону від 50,0 до 200 мгО ₂ /дм ³) ± 15 % (для діапазону від 200 до 8000 мгО ₂ /дм ³)
5	Амоній, мг/дм ³	Вміст вільного хлору, кальцію та летких органічних речовин.	Від 0,05 до 4,0 мг/дм ³ (без розведення)	± 35 %
6	Нітрати, мг/дм ³	Вміст колоїдних та забарвлюючих речовин, хлоридів, заліза, а також нітриту > 2мг/дм ³ .	Від 0,5 до 50 мг/дм ³ (без розбавлення проби).	± 30 %
7	Нітриту, мг/дм ³	Впливає pH розчину.	Від 0,001 до 0,6 мг /дм ³ (без розбавлення проби).	± 40 %
8	Залізо загальне, мг/дм ³	Вміст у пробі міді, висути, кобальту, титану, рутенію, осмію та молібдену, срібла, а також високих концентрацій органічних речовин та комплексів заліза, що складно розкладаються.	Від 0,05 до 4,0 мг/дм ³ (без попереднього розбавлення проби). При вищих концентраціях заліза пробу розбавляють.	± 20 % (для діапазону від 0,05 до 1,0 мг/дм ³) ± 10 % (для діапазону від 1,0 до 4,0 мг/дм ³)
9	БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Вміст у пробі неполярних молекул N ₂ , CO ₂ та інших газів, а також масел, розчинників, сульфідів, карбонатів, водоростей, нітрифікуючих мікроорганізмів, токсичних металів, вільного хлору.	Від 0 до 10000 мгО ₂ /дм ³ (з розбавленням). Від 3,0 до 6,0 мгО ₂ /дм ³ (без розбавлення).	± 15 %
10	Фосфати, мг/дм ³	Вміст у пробі нітриту, сірководню і сульфідів > 3 мг/дм ³ , хлоридів > 200 мг/дм ³ ,	Від 0,05 до 0,5 мг/дм ³ (без розведення вихідної проби). Від 0,05 до 100 мг/дм ³	± 15 %

		хромати > 2 мг/дм ³ , арсенати.	(при розведенні вихід- ної проби).	
11	Хлориди, мг/дм ³	Вливають рН проби, вміст сульфатів, хро- матів і заліза (III) в концентраціях вище 10 мг/дм ³ .	Від 0 до 100 мг/дм ³ (без розбавлення проби)	± 15 %
12	Сульфати, мг/дм ³	Вміст у пробі нітратів > 100мг/дм ³ , нітритів > 5 мг/дм ³ , залізо (III) > 25 мг/дм ³ , ХСК до 500 мг О ₂ /дм ³ .	Від 50 до 500 мг/дм ³ .	± 9 %
13	Сульфідиди, мг/дм ³	Вміст міді, а також су- льфатів при концент- рації > 40 мг/дм ³	Від 0,05 до 5,0 мг/дм ³ (без розведення).	± 4 %
14	Жири, мг/дм ³	Вміст мінеральних ма- сел, емульгаторів у високих концентра- ціях, насиченість проби мулом.	Від 1 мг/дм ³ до 1000 мг/дм ³ .	± 32 %
15	Нафтопродукти, мг/дм ³	Не регламентовано.	Від 1 мг/дм ³ до 1000 мг/дм ³ .	± 25 % (для діапазону від 1,0 до 12,5 мг/дм ³) ± 14 % (для діапазону від 12,5 до 1000 мг/дм ³).
16	СПАР, мг/дм ³	Вміст у пробі четвер- тинних амонієвих со- лей, протеїнів, суль- фатів, сульфонатів, карбоксилатів, фено- лів, нітратів, ціанатів, тіоціанатів, сульфідів.	Від 0,1 до 5,0 мг/дм ³ . Межа визначення – 0,05 мг/дм ³ .	± 19 %
17	Феноли, мг/дм ³	Вміст у пробі сильних окиснювачів, віднов- ників, кислот, лугів, сульфітів, тіосульфа- тів, роданідів, ціані- дів, амінів, органічних сполук, які реагують з персульфатами, наф- топродуктів, смол.	Від 0,002 до 0,05 мг/дм ³ (без розведення, з від- гонкою і екстрак- цією).	± 35 %
18	Мідь, мг/дм ³	Вміст ціанідів, віс- муту, ртуті, срібла, кальцію і магнію, а та- кож незначних конче- нтрацій органічних речовин.	Від 0,001 до 2,0 мг/дм ³ .	± 25 %
19	Кадмій, мг/дм ³	Неспецифічна абсорб- ція світла,	Від 0,0002 до 0,0020 мг/дм ³	± 31 %

		світлорозсіювання, використання соляної кислоти.	(без попереднього розведення). Від 0,002 до 0,20 мг/дм ³ (з попереднім розведенням).	(для діапазону від 0,0002 до 0,0020 мг/дм ³) ± 16 % (для діапазону від 0,002 до 0,20 мг/дм ³).
20	Нікель, мг/дм ³	Вміст у пробі хрому > 1 мг/дм ³ , міді > 5 мг/дм ³ , цинку > 10 мг/дм ³ , алюмінію > 10 мг/дм ³ , заліза > 1 мг/дм ³ , марганцю < 5 мг/дм ³ .	Від 0,05 до 2,0 мг/дм ³ (без попереднього концентрування і розведення проби). Від 0,005 до 2,0 мг/дм ³ (з концентруванням і розведенням проби).	± 18 % (для діапазону від 0,005 до 0,5 мг/дм ³) ± 10 % (для діапазону від 0,5 до 2,0 мг/дм ³).
21	Свинець, мг/дм ³	Високий вміст розчинених речовин.	Від 0,25 до 2,5 мг/дм ³ (без попереднього концентрування і розведення проби). Від 0,10 до 2,5 мг/дм ³ (якщо є попереднє концентрування проби). Від 0,25 до 25,0 мг/дм ³ (якщо є попереднє розведення проби).	± 21 % (для діапазону від 0,10 до 25,0 мг/дм ³)
22	Хром (III), мг/дм ³	Вміст заліза (III).	Від 0,010 до 0,200 мг/дм ³ (без попереднього концентрування і розведення проби). Від 0,010 до 2,0 мг/дм ³ (якщо є попереднє розведення проби). Від 0,001 до 0,200 мг/дм ³ (якщо є попереднє екстракційне концентрування проби).	± 35 % (для діапазону від 0,001 до 0,01 мг/дм ³) ± 23 % (для діапазону від 0,010 до 2,0 мг/дм ³)
23	Цинк	Вміст гумінової кислоти.	Від 0,05 до 0,5 мг/дм ³ (без попереднього розведення або концентрування проби) Від 0,005 до 0,5 мг/дм ³ (із концентрування проби) Від 0,05 до 10 мг/дм ³ (при розведенні проби)	± 22 % (для діапазону від 0,005 до 10 мг/дм ³)

Результати експериментального дослідження планували представити у вигляді таблиці з експериментальними даними.

2.2.2 Лабораторне обладнання, використане в експерименті

Під час самостійного виконання експериментальних досліджень було застосоване наступне лабораторне обладнання:

- лабораторні ваги 2 класу точності марки Radwag PS750/C/1 та ваги 4 класу точності марки ТВЕ – 0,3 – 0,0;
- рН–метр марки рН-150 МИ;
- сушильну шафу;
- термостат;
- електричну плитку;
- водяну баню.

Зовнішній вигляд використаних для експериментального дослідження лабораторних приладів представлено на рис. 2.1.



а)



б)



в)



г)

а) сушильна шафа; б) ваги електронні марки 2 кл. RADWAG PS 750/ C/1 та ваги електронні 4 кл. ТВЕ–0,3– 0,01 в) рН–метр марки рН-150 МИ; г) електроплитка

Рис 2.1 - Лабораторні прилади, використані в експерименті

У відповідності до методик (п. 2.2.1) лабораторний посуд (колби, циліндри, скляні піпетки тощо).

При експлуатації лабораторного обладнання і користування посудом керувалися наступними нормативними документами:

- ДСТУ 7270:2012 «Метрологія. Прилади зважувальні еталонні. Загальні технічні вимоги, порядок та методи атестації» [65];

- ГОСТ 14919-83 «Електроплити, електроплитки і жарові електрошафи побутові. Загальні технічні умови» [66];

- ГОСТ 25336-82 «Посуд і обладнання лабораторне скляне. Типи, основні параметри і розміри» [67];

- ДСТУ ISO 648:2015 «Посуд лабораторний скляний. Піпетки з однією позначкою» (ISO 648:2008, IDT) [67];

- ДСТУ EN ISO 835:2018 «Посуд лабораторний скляний. Піпетки мірні градуйовані» (EN ISO 835:2007, IDT; ISO 835:2007, IDT)[69];

- ДСТУ ISO 1042:2005 «Посуд лабораторний скляний. Колби мірні з однією позначкою» (ISO 1042:1998, IDT) [70];

- ДСТУ EN ISO 385:2018 «Посуд лабораторний скляний. Бюретки» (EN ISO 385:2005, IDT; ISO 385:2005, IDT) [71].

Також у відповідності до методик (п.2.2.1) використовували різні реагенти зі ступенем чистоти: чистий для аналізу «ч.д.а.», хімічно чистий «х.ч.» або чистий «ч». При використанні реагентів та готуванні з них розчинів керувалися нормативним документом ДСТУ 7274:2012 «Хімічні реактиви. Реактиви, розчини для аналізу та матеріали допоміжні. Методи готування» [72].

2.2.3 Методика математичної обробки експериментальних даних

Для математичної обробки даних експерименту був використаний метод статистичного аналізу даних [73] та комп'ютерну програму *Excel* для вирішення такого завдання.

При узагальненні результатів експериментального дослідження визначали середнє арифметичне значення двох паралельних вимірювань кожного показника хімічного складу проби стічної води. Саме його приймали за результат аналізу. Також розраховували наступні параметри: абсолютну похибку, дисперсію одиночного результату, стандартне відхилення одиночного результату, відносне стандартне відхилення, довірчий інтервал та відносну похибку [73]. В табл. 2.3 наведено формули для розрахунку зазначених параметрів статистичного аналізу даних.

Таблиця 2.3 – Параметри для математичної обробки експериментальних даних та формули для їх розрахунку [73]

№ з/п	Параметр	Формула для розрахунку	Номер формули
1	Середнє арифметичне значення результату вимірювання показника	$\bar{x} = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)}{n}$	(2.1)
2	Абсолютна похибка	$\Delta x_i = x_i - \bar{x}$	(2.2)
3	Дисперсія одиничного результату	$S_x^2 = \frac{\sum \Delta x_i^2}{(n - 1)}$	(2.3)
4	Стандартне відхилення одиничного результату	$S_x = \sqrt{S_x^2}$	(2.4)
5	Відносне стандартне відхилення	$S_r = \frac{S_x}{\bar{x}}$	(2.5)
6	Довірчий інтервал	$E = t_{p,t} \cdot \frac{S_x}{\sqrt{n}}$	(2.6)
7	Відносна похибка	$\delta = \frac{100 \cdot E}{\bar{x}}$	(2.7)

У формулах 2.1 – 2.7, використані наступні позначення: x_i – результат i -го одиничного вимірювання показника; n – кількість паралельних вимірювань показника; $t_{p,t}$ – критерій Стюдента.

При довірчій ймовірності $P = 0,95$ і числі ступенів свободи $f = 1$, критерій Стюдента дорівнює 12,71 [73]. Число ступенів свободи розраховують за формулою: $f = n - 1$. Оскільки передбачено для кожного показника виконати по два паралельних вимірювання, то $f = 2 - 1 = 1$.

Отриману шляхом статистичного оброблення експериментальних даних відносну похибку порівнювали із нормативним значення (табл.2.2). Якщо розраховане значення не перевищувало норматив, вважали, що експеримент виконано з достатньою точністю.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Аналіз джерел утворення стічних вод на консервному заводі. Класифікація стічних вод консервного заводу

На ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» воду використовують для здійснення багатьох технологічних процесів - від оброблення вихідної сировини та напівфабрикатів до завершальних операцій виробництва консервованої продукції. Також без використання води не можлива робота лабораторії, котельні, медпункту, харчоблоку, офісних приміщень, санвузлів і душових, майстерень тощо. Відповідно, на консервному заводі формуються різні за ступенем забруднення та за об'ємними витратами окремі потоки стічних вод.

На сьогоднішній день на заводі всі потоки стічних вод з виробничих цехів, допоміжних і офісних приміщень змішуються в один загальний потік з підприємства і в такому стані скидаються у централізовану систему водовідведення міста. В розділі 1 було обґрунтовано доцільність встановлення децентралізованої системи очищення стічних вод з метою організації на підприємстві повторного водокористування та збереження водних ресурсів. Саме тому треба зрозуміти де, в якій кількості і які за якістю стічні води утворюються на підприємстві. Такий аналіз дозволить зрозуміти, які з окремих потоків стічних вод доцільно об'єднати в один і спрямувати на локальну очисну систему підприємства, а які краще відвести в централізовану систему водовідведення міста. Саме тому спочатку було проаналізовано джерела утворення стічних вод на консервному заводі.

На рис 3.1 та 3.2 наведено технологічні схеми виробництва «Огірків консервованих» та «Концентрованих томатних продуктів». Стрілками показано технологічні процеси, які є джерелами утворення одиничних потоків стічних вод. З таких одиничних потоків формується загальний потік стічної води від технологічної лінії. Ще на рис.3.1. та 3.2 показано технологічні процеси, на яких відбувається утворення твердих рослинних відходів (некондиційної сировини, згнилих решток сировини, подрібнених часток сировини неправильної форми, хвостиків від овочів, шкірки, м'якоті тощо).

На рис. 3.1 та 3.2 використані наступні позначення: 1 – стічні води, що утворюються внаслідок миття і дезінфекції технологічного обладнання; 2 стічні води, що утворюються в результаті миття сировини та її ополіскування; 3 – стічні води,

що утворюються внаслідок термічного оброблення сировини внаслідок її безпосереднього контакту з водою чи технологічною парою; 4 - стічні води, що утворюються при митті тари для фасування продукції; 5 - конденсати від теплообмінників та випарних апаратів; 6 – відпрацьований теплоносій автоклавів; 7 – стічні води, що утворюються внаслідок мийки робочих поверхонь чи підлоги з метою дотримання санітарно-гігієнічних вимог на харчовому підприємстві; 8 – стічні води, що утворюються внаслідок миття тари для транспортування сировини; 9 – стічні води із барометричного конденсатору; 10 – стічна вода після охолодження банок з готовою продукцією.

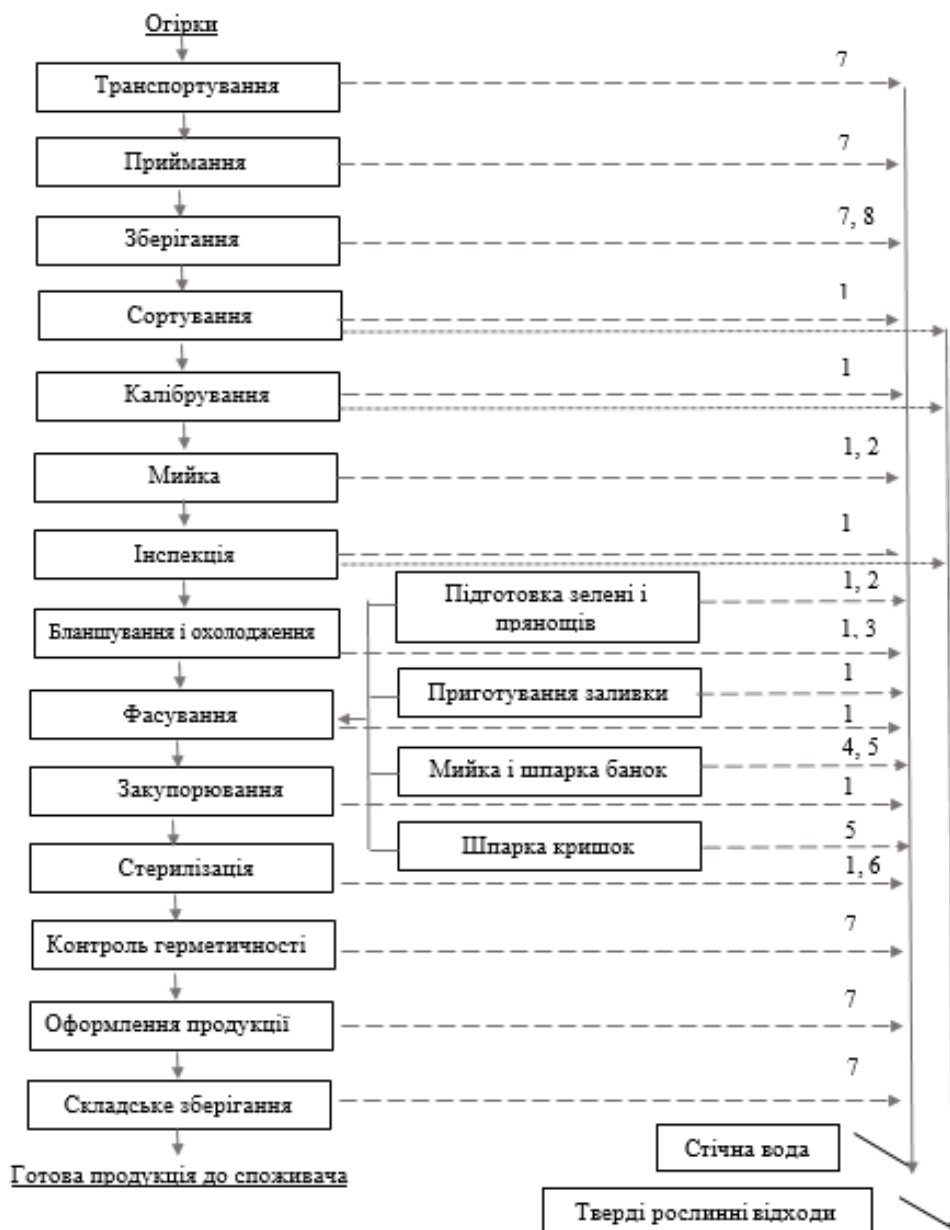


Рисунок 3.1 – Технологічна схема виробництва «Огірків консервованих» з позначенням джерел утворення стічної води

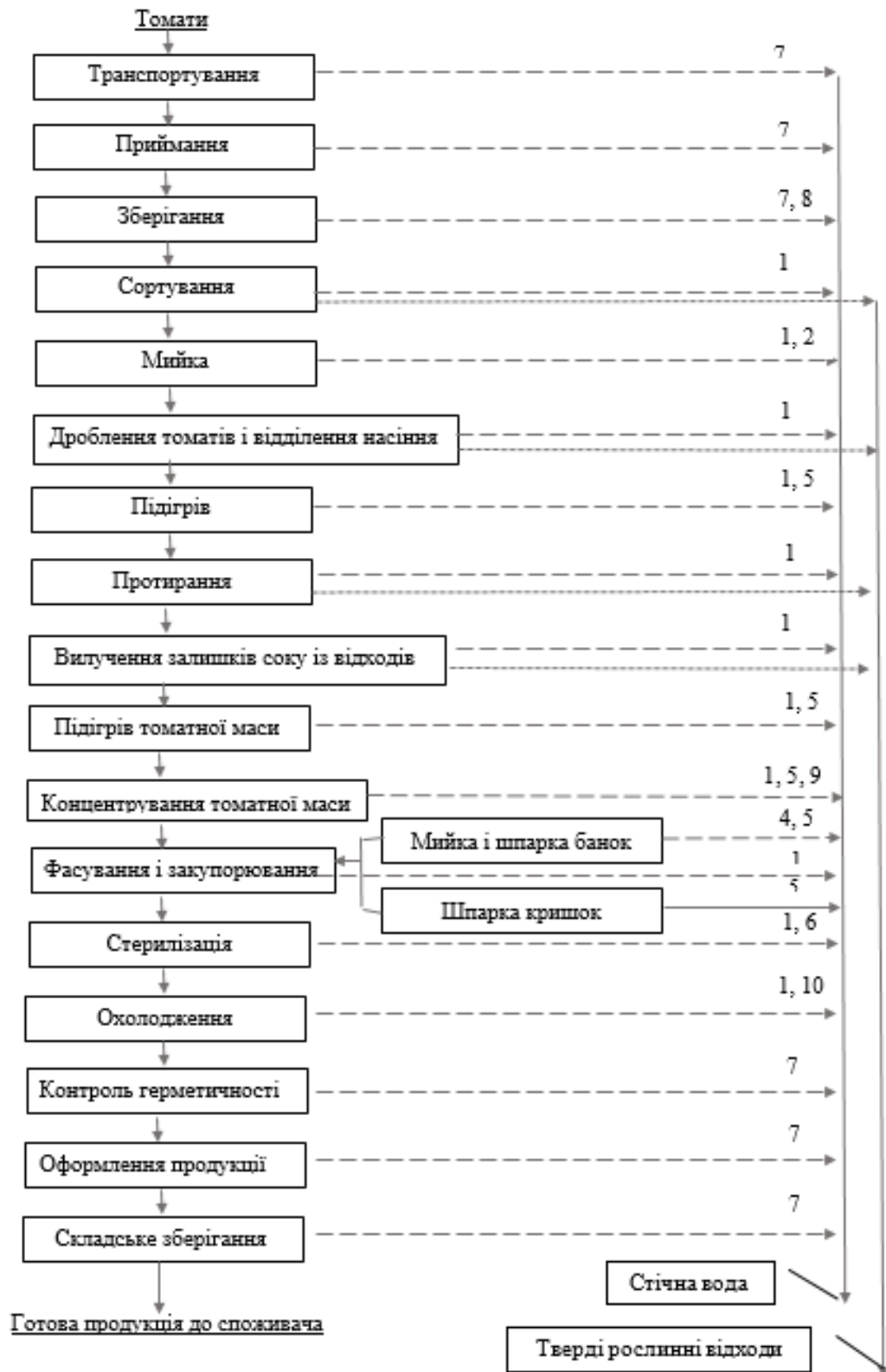


Рисунок 3.2 – Технологічна схема виробництва «Концентрованих томатних продуктів» з позначенням джерел утворення стічної води

З рис.3.1 та 3.2 видно, що стічні води утворюються як при мийці сировини та її ополіскуванні, бланшуванні і охолодженні сировини, при мийці технологічного обладнання (транспортерів, насосів, подрібнювачів, очищувачів, бланшувачів, фасувально-закупорювального обладнання), при прибиранні виробничих ділянок, при скиді відпрацьованого теплоносія (охолоджувачі, теплообмінники і випарні установки, бланшувачі, автоклави). Немає жодного технологічного процесу, де б не утворювалися стічні води.

Крім того, на консервному заводі стічні води утворюються внаслідок діяльності лабораторії, медпункту, харчоблоку. Ще уваги заслуговують стічні води після регенерації іонообмінних фільтрів та іншого устаткування системи водопідготовки в котельні підприємства. Стічні води утворюються також при мийці автотранспорту, роботі майстерень та будівельної бригади. На підприємстві працює багато співробітників, які користуються заводським душем та санвузлами. Працює пральня, яка генерує забрудненні стоки. Крім всього, всі допоміжні приміщення, офісні будівлі регулярно прибирають, миють підлогу та робочі поверхні. Відповідно це також є джерелом утворення стічних вод.

Атмосферні опади також є джерело формування стічних вод на підприємстві. Їх також можна розділити на зливові стічні води, які збираються з території підприємства і дощові води, які збирають з дахів будівель підприємства. На підприємстві в офісних приміщеннях застосовують кондиціонери в жаркий період року. Також кондиціонери експлуатують і у виробничих цехах. Кожен кондиціонер продукує конденсат атмосферної вологи, який як стік скидається в навколишнє середовище. Але цей конденсат можна розглядати як додаткове джерело води для водокористування на підприємстві.

Відомою є класифікація стічних вод на виробничі, господарсько-побутові та зливові. Для розробки децентралізованої системи очищення стічних вод з метою повторного водокористування її не достатньо. Треба більш деталізований поділ стічних вод, щоб зрозуміти, які з потоків стічних вод від різних технологічних ліній чи невиробничих об'єктів доцільно об'єднати в один потік і спрямувати його на локальну очисну систему підприємства, а які відвести в централізовану систему водовідведення міста. Враховуючи виконаний аналіз джерел утворення стічних вод на консервному заводі запропоновано розширену класифікацію стічних вод даного підприємства (рис.3.3).

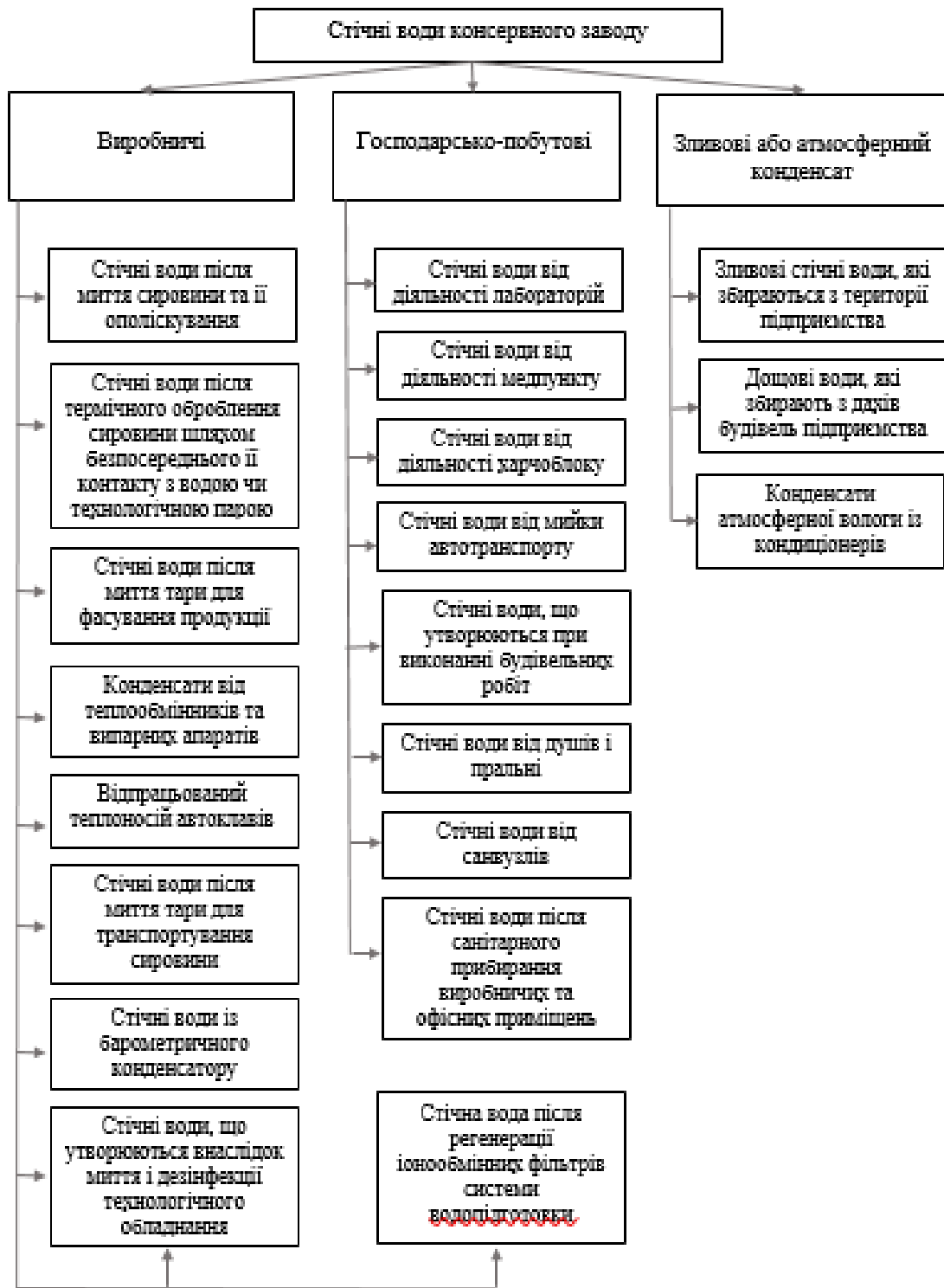


Рисунок 3.3 - Розширена класифікація стічних вод консервного заводу

Аналіз джерел утворення стічних вод на консервному заводі – це перший крок до створення децентралізованої системи очищення стічних вод для повторного водокористування на підприємстві. Наступний – це аналіз хімічного складу змішаного і окремих потоків стічних вод підприємства.

3.2 Дослідження хімічного складу стічних вод консервного заводу

3.2.1 Результати експериментального дослідження хімічного складу змішаного потоку стічних вод від консервного заводу

Як було вже вище зазначено, на ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» всі стічні води (виробничі, зливові, побутові) збираються в одну внутрішню мережу водовідведення і відводяться у вигляді змішаного потоку через два випуски водовідведення в колектор міської мережі централізованого водовідведення. Перед цим здійснюється їх локальне очищення з метою вилучення твердих крупних часток, піску, жиру. Вільного доступу до випуску водовідведення стічних вод з підприємства немає. Тому щоб отримати пробу стічної води зі змішаного потоку для власного експерименту було вирішено звернутися по допомогу до фахівців лабораторій місцевого водоканалу. Вони у відповідності до договору з підприємством періодично здійснюють відбір проб стічної води та контролюють вміст в ній забруднюючих речовин.

Відбір проб стічної води здійснювали згідно методик, зазначених в п.2.2.1. Відбори проб були здійснені в листопаді та грудні 2024 року. Місцем відбору проб був один контрольний колодезь. Проби були разові зі змішаного потоку стічної води від підприємства.

Відбір проб води здійснювали так, щоб запобігти сильному перемішуванню проби, розриву струменю потоку та захоплення пробкою стічної води повітря. Оскільки в експерименті передбачалося визначення таких показників, як завислі речовини, нафтопродукти, показники БСК₅ та ХСК, то для виконання таких досліджень пробу відбирали в окремий посуд одноразовим наповнювачем без переливу.

Відбір проб здійснювали ручним способом в посуд із полімерного хімічно стійкого матеріалу. Такий посуд не призводить до зміни хімічного складу і властивостей проби стічної води. Загальний об'єм відібраної за один раз проби становив 6 л. Використаний посуд маркували, вказуючи номер посудини.

Окремо складали супровідний лист, де зазначили: назву і вид проби, мету її відбору, спосіб, пункт, місце, дату і час відбору проби, прізвище особи, яка здійснювала відбір проби стічної води. Також вказували інформацію про попереднє оброблення проби.

Відібрані в полімерні ємності проби стічної води поміщали в тару, яка унеможливила їх ушкодження при транспортуванні. Зберігання проб стічної води

не здійснювали, оскільки в день відбору проводили всі необхідні фізико-хімічні дослідження.

В дні відбору проб стічної води атмосферних опадів в місті не було. Відповідно, вони не додавали в загальний стік забруднюючі речовини, змиті потоком дощової води з дахів будівель підприємства та відкритих площадок з твердим покриттям.

В табл.3.1. та табл. 3.2 наведено результати фізико-хімічного аналізу проб стічної води, відібраних зі змішаного потоку стічних вод консервного заводу. А в табл.3.3 та 3.4 наведено результати математичної обробки експериментальних даних за декількома показниками статистичного аналізу даних (див. табл.2.3).

Таблиця 3.1 – Результати аналізу хімічного складу стічних вод (листопад)

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання показника	Значення показника в паралельних вимірюваннях для однієї проби води	
			x ₁	x ₂
1	рН	од. рН	5,9	5,9
2	Завислі речовини	мг/дм ³	58,4	57,2
3	Сухий залишок	мг/дм ³	390,3	396
4	Амоній	мг/дм ³	5,96	6,05
5	Залізо загальне	мг/дм ³	0,1	0,102
6	Нітрати	мг/дм ³	4	4,08
7	Нітрити	мг/дм ³	0,16	0,15
8	Фосфати	мг/дм ³	3,35	3,32
9	Сульфати	мг/дм ³	17,78	17,95
10	Хлориди	мг/дм ³	62,02	60,77
11	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	28	28,3
12	ХСК	мгО ₂ /дм ³	64	64,6
13	Жири	мг/дм ³	8	7,8
14	Нафтопродукти	мг/дм ³	0,016	0,0156
15	СПАР	мг/дм ³	0,01	0,01
16	Фенол	мг/дм ³	0,028	0,029

Таблиця 3.2 – Результати експериментального дослідження хімічного складу проби стічної води, відібраної із змішаного потоку стічних вод консервного заводу (грудень)

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання показника	Значення показника в паралельних вимірюваннях для однієї проби води	
			x ₁	x ₂
1	рН	од. рН	7,02	7,02
2	Завислі речовини	мг/дм ³	190	193,8
3	Сухий залишок	мг/дм ³	460	465
4	Амоній	мг/дм ³	7,4	7,6
5	Залізо загальне	мг/дм ³	0,31	0,32
6	Мідь	мг/дм ³	0,007	0,0068
7	Кадмій	мг/дм ³	0,0002	0,00019

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання показника	Значення показника в паралельних вимірюваннях для однієї проби води	
			x_1	x_2
8	Нікель	мг/дм ³	0,002	0,00202
9	Свинець	мг/дм ³	0,005	0,0049
10	Хром (Cr ³⁺)	мг/дм ³	0,005	0,0051
11	Цинк	мг/дм ³	0,013	0,0135
12	Нітрати	мг/дм ³	5,4	5,5
13	Нітрити	мг/дм ³	0,022	0,021
14	Фосфати	мг/дм ³	1,9	1,86
15	Сульфати	мг/дм ³	142,40	140,9
16	Сульфіди	мг/дм ³	0,10	0,099
17	Хлориди	мг/дм ³	122,3	123,5
18	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	235	239
19	ХСК	мгО ₂ /дм ³	463	472
20	Жири	мг/дм ³	13,4	13,8
21	Нафтопродукти	мг/дм ³	0,026	0,027
22	СПАР	мг/дм ³	0,50	0,51
23	Фенол	мг/дм ³	0,005	0,0049

Таблиця 3.3 – Результати математичної обробки експериментальних даних, наведених в табл. 3.1

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання показника	Результати статистичного аналізу даних			$\delta_n, \%$
			\bar{x}	S_x^2	$\delta, \%$	
1	pH	од. pH	5,9	0	$\pm 0,0$	$\pm 0,2$
2	Завислі речовини	мг/дм ³	57,8	0,72	$\pm 13,19$	± 20
3	Сухий залишок	мг/дм ³	393,15	16,245	$\pm 9,21$	± 10
4	Амоній	мг/дм ³	6,005	0,00405	$\pm 9,52$	± 35
5	Залізо загальне	мг/дм ³	0,101	2E-06	$\pm 12,58$	± 20
6	Нітрати	мг/дм ³	4,04	0,0032	$\pm 12,58$	± 30
7	Нітрити	мг/дм ³	0,155	5E-05	$\pm 41,00$	± 40
8	Фосфати	мг/дм ³	3,335	0,00045	$\pm 5,72$	± 15
9	Сульфати	мг/дм ³	17,865	0,01445	$\pm 6,05$	± 9
10	Хлориди	мг/дм ³	61,395	0,78125	$\pm 12,94$	± 15
11	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	28,15	0,045	$\pm 6,77$	± 15
12	ХСК	мгО ₂ /дм ³	64,3	0,18	$\pm 5,93$	± 20
13	Жири	мг/дм ³	7,9	0,02	$\pm 16,09$	± 32
14	Нафтопродукти	мг/дм ³	0,0158	8E-08	$\pm 16,09$	± 25
15	СПАР	мг/дм ³	0,01	0	$\pm 0,0$	± 19
16	Фенол	мг/дм ³	0,0285	5E-07	$\pm 22,30$	± 35

Таблиця 3.4 – Результати математичної обробки експериментальних даних, наведених в табл. 3.2

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання показника	Результати статистичного аналізу даних			$\delta_n, \%$
			\bar{x}	S_x^2	$\delta, \%$	
1	pH	од. pH	7,02	0	0	$\pm 0,2$
2	Завислі речовини	мг/дм ³	191,9	7,22	$\pm 12,58$	± 20

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання показника	Результати статистичного аналізу даних			$\delta_n, \%$
			\bar{x}	S_x^2	$\delta, \%$	
3	Сухий залишок	мг/дм ³	462,5	12,5	± 6,87	± 10
4	Амоній	мг/дм ³	7,5	0,02	± 16,95	± 35
5	Залізо загальне	мг/дм ³	0,315	5E-05	± 20,17	± 20
6	Мідь	мг/дм ³	0,0069	2E-08	± 18,42	± 25
7	Кадмій	мг/дм ³	0,000195	5E-11	± 32,59	± 31
8	Нікель	мг/дм ³	0,00201	2E-10	± 6,32	± 18
9	Свинець	мг/дм ³	0,00495	5E-09	± 12,84	± 21
10	Хром (Cr ³⁺)	мг/дм ³	0,00505	5E-09	± 12,58	± 35
11	Цинк	мг/дм ³	0,01325	1,25E-07	± 23,98	± 22
12	Нітрати	мг/дм ³	5,45	0,005	± 11,66	± 30
13	Нітрити	мг/дм ³	0,0215	5E-07	± 29,56	± 40
14	Фосфати	мг/дм ³	1,88	0,0008	± 13,52	± 15
15	Сульфати	мг/дм ³	141,65	1,125	± 6,73	± 9
16	Сульфід	мг/дм ³	0,0995	5E-07	± 6,39	± 4
17	Хлориди	мг/дм ³	122,9	0,72	± 6,21	± 15
18	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	237	8	± 10,73	± 15
19	ХСК	мгО ₂ /дм ³	467,5	40,5	± 12,23	± 15
20	Жири	мг/дм ³	13,6	0,08	± 18,69	± 32
21	Нафтопродукти	мг/дм ³	0,0265	5E-07	± 23,98	± 25
22	СПАР	мг/дм ³	0,505	5E-05	± 12,58	± 19
23	Фенол	мг/дм ³	0,00495	5E-09	± 12,84	± 35

Порівняння відносної похибки вимірних показників хімічного складу проб стічної води із нормативними значення похибок для відповідних показників (табл. 3.3 та 3.4) показали, що за переважаною кількістю показників експериментальні дослідження виконані із достатньою точністю. Незначне перевищення нормативної відносної похибки (в межах від 0,1 до 1,5 %) є за такими показниками, як вміст цинку, кадмію, заліза загального, нітритів.

Узагальнення експериментальних даних стосовно визначення хімічного складу стічної води із загального потоку стічних вод підприємства та їх порівняння із ДК забруднюючих речовин в стічних водах для скиду в централізовану систему водовідведення міста наведено в табл 3.5.

Таблиця 3.5 – Узагальнені експериментальні дані та їх порівняння із ДК забруднюючих речовин для скиду в централізовану систему водовідведення міста

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання показника	Узагальнені результати експерименту		ДК (КОС «Північна») [23]
			за листопад	за грудень	
1	pH	од. pH	5,9	7,02	6,5 – 9,0
2	Завислі речовини	мг/дм ³	57,8	191,9	204,5
3	Сухий залишок	мг/дм ³	393,2	462,5	989,8
4	Амоній	мг/дм ³	6,0	7,5	8,1
5	Залізо загальне	мг/дм ³	0,10	0,31	0,2
6	Мідь	мг/дм ³	не визначали	0,0069	0,005

№ з/п	Показник	Одиниця вимірювання показника	Узагальнені результати експерименту		ДК (КОС «Північна») [23]
			за листопад	за грудень	
7	Кадмій	мг/дм ³	не визначали	0,00019	0,00025
8	Нікель	мг/дм ³	не визначали	0,0020	0,0066
9	Свинець	мг/дм ³	не визначали	0,0049	0,005
10	Хром (Cr ³⁺)	мг/дм ³	не визначали	0,0051	0,005
11	Цинк	мг/дм ³	не визначали	0,013	0,01
12	Нітрати	мг/дм ³	4,04	5,5	35,7
13	Нітрити	мг/дм ³	0,155	0,022	1,2
14	Фосфати	мг/дм ³	3,34	1,88	3,67
15	Сульфати	мг/дм ³	17,87	141,65	163,8
16	Сульфід	мг/дм ³	не визначали	0,099	1,5
17	Хлориди	мг/дм ³	61,39	122,90	230,1
18	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	28,15	237	134,7
19	ХСК	мгО ₂ /дм ³	64,3	467,5	215,0
20	Жири	мг/дм ³	7,9	13,6	9,5
21	Нафтопродукти	мг/дм ³	0,016	0,026	0,38
22	СПАР	мг/дм ³	0,01	0,51	5,0
23	Фенол	мг/дм ³	0,028	0,005	0,03

Аналіз отриманих результатів експерименту (табл. 3.5) дозволив зробити наступні висновки. Реакція середовища загального стоку стічних вод змінюється від слабокислої (проба за листопад) до нейтральної (груднева проба). Вміст завислих речовин змінюється також. В листопаді від майже в три рази нижчий, ніж в грудні. Сухий залишок в грудневій пробі стічної води вищий, ніж в листопаді. Але різниця між значеннями сухого залишку двох проб менш суттєва, ніж у випадку із завислими речовинами.

Для грудневої пробі стічної води характерний вищий вміст амонію і заліза загального. В той же час вміст нітратів, нітритів та фосфатів є вищим в пробі, хімічний склад якої визначали в листопаді.

Суттєво відрізняються значення вмісту сульфатів, хлоридів, БСК₅, ХСК, жирів, нафтопродуктів, СПАР. В пробах стічної води, що відбирали та аналізували в листопаді концентрації таких забруднюючих речовин менші, ніж в грудневих пробах. Так, вміст сульфатів менший в 7,9 раз, хлоридів – в 2 рази, БСК₅ – у 8,4 рази, ХСК – в 7,3 рази, жирів – в 1,7 раз, нафтопродуктів – в 1,6 раз, СПАР – в 51 раз.

Встановлено, що в змішаному потоці стічних вод з консервного заводу присутні такі важкі метали, як мідь, кадмій, нікель, свинець, хром, цинк. Також виявлені сульфід.

Порівнюючи отримані експериментальні дані з ДК забруднюючих речовин в стічних водах, що може приймати централізована система водовідведення міста (табл.3.5) можна відмітити, що в грудневій пробі стічної води є перевищення ДК

за вмістом заліза загального, міді, хрому, цинку, БСК₅, ХСК, вмісту жирів. За межі ДК виходить значення показника рН для проби стічної води за листопад. На межі значення ДК знаходяться такі показники, як вміст фенолу (проба за листопад), а також вміст сульфатів, свинцю, кадмію, амонію, завислих речовин (груднева проба).

Підводячи підсумки експериментального дослідження, можна відмітити що змішаний потік стічної води від консервного заводу є досить забрудненим. Встановлені на підприємстві решітки, пісковловлювачі і жировловлювачі зменшують вміст забруднюючих речовин в стічних водах перед їх скиданням в мережу централізованого водовідведення міста. Але цього недостатньо.

Також слід відмітити змінний хімічний склад потоку стічних вод від консервного заводу. Це можна пояснити зміною асортименту продукції, яку виробляє завод протягом року.

3.2.2 Дослідження вмісту забруднюючих речовин в окремих потоках стічних вод на консервному заводі

Отримати зразки окремих потоків стічних вод на консервному заводі не було можливості, тому це питання досліджувалося за літературними даними. За результатами таких теоретичних досліджень складено табл. 3.6. та 3.7. В них наведено узагальнену інформацію стосовно вмісту забруднюючих речовин в стічних водах окремих цехів консервного заводу та їх властивостей. Зокрема наведені дані про температуру і рН стічних вод, вміст в них завислих речовин, азоту, фосфору, калію, значення показників окиснюваності та БСК₅, тривалості загнивання стоків. Забір проб для аналізу здійснено було в періоди, коли цех виробляв переважно один вид готової консервованої продукції. Наведено дані про стічні води, що утворювалися при виробництві зеленого горошку, огірків, стручкової квасолі, цвітної капусти, томатної пасти, овочевої суміші, рибних консервів, від ліній переробки моркви і цибулі [24].

Таблиця 3.6 – Хімічний склад і властивості потоків стічних вод консервного заводу [24]

Показник	Одиниця розмірності	Виробництво консервованої продукції			
		Зеленого горошку	Огірків	Стручкової квасолі	Цвітної капусти
Температура	°С	26,5 – 40,3	24,1	21,7 – 34,6	46,5
рН	од. рН	5,5 – 6,9	7,2	6,5 – 7,2	7,1
Завислі речовини	мг/дм ³	387 - 857	200	53 - 277	51

Азот загальний	мг/дм ³	82,1 - 98,6	16,1	8,9 – 21,7	15,5
Фосфор (в перерахунку на P ₂ O ₅)	мг/дм ³	19,2 – 31,4	13,8	3,6 – 6,7	6,7
Калій (в перерахунку на K ₂ O)	мг/дм ³	79,9 – 110,9	7,2	18,2 – 35,5	47,4
ХСК	мгО ₂ /дм ³	741 - 890	86	-	-
БСК ₅ (після відстоювання)	мгО ₂ /дм ³	1102 - 1310	141	145 - 283	326
Жири	мг/дм ³	-	-	-	-
Тривалість загнивання	год	1,5 - 6	32	5 – 6	7

Таблиця 3.7 – Хімічний склад і властивості потоків стічних вод консервного заводу [24]

Показник	Одиниця розмірності	Виробництво консервованої продукції		Виробництво напівфабрикатів	
		Томатної пасти, томатного пюре	Овочевої суміші	Моркви	Цибулі
Температура	°С	16,9 – 28,4	26,4	30,1	21,5
pH	од. рН	7,1	7,3	7,2	5,9
Завислі речовини	мг/дм ³	22,0 - 326	622	5502	392
Азот загальний	мг/дм ³	15,1 – 32,3	26,1	105,6	178,8
Фосфор (в перерахунку на P ₂ O ₅)	мг/дм ³	1,0 – 5,9	9,3	63,6	67,0
Калій (в перерахунку на K ₂ O)	мг/дм ³	25,2 – 69,6	63,8	215,0	192,8
ХСК	мгО ₂ /дм ³	175-287	-	-	5050
БСК ₅ (після відстоювання)	мгО ₂ /дм ³	325 - 476	609	4350	4575
Жири	мг/дм ³	-	-	-	-
Тривалість загнивання	год	6,0 – 8,0	-	12 - 20	-

Примітка: знак «-» в табл. 3.6 та 3.7 означає відсутність даних про значення показників хімічного складу стічних вод.

В результаті аналізу даних, представлених в табл.3.6 можна зробити висновок про те, що стічні води в сезон переробки огірків є помірно забрудненими. В них невисокий, серед інших стічних вод, вміст азоту загального, фосфору та калію. Реакція водного середовища є нейтральною. Вміст органічних домішок є невисоким і тому більшою є тривалість загнивання стоків. Дещо вищою є концентрація завислих речовин в стічних водах, але за природою свого походження - це мінеральні речовини із ґрунтів, на яких вирощувалися огірки.

Особливістю стічних вод від переробки зеленого горошку є їх підвищена температура, високе значення БСК₅, а відповідно і органічних речовин. Також високими є концентрації біогенних елементів (азоту, фосфору, калію), а також завислих речовин. Можна припустити, що завислі речовини переважно мають органічне

походження, оскільки сировина є м'якою, легко пошкоджується і при контакті з водою швидко насичує її екстрактивними речовинами. Вміст в стічних водах від виробництва консервованого зеленого горошку значних кількостей органічних і біогенних речовин, а також підвищена температура стоків сприяють їх швидкому загниванню.

Технологія виробництва консервованої стручкової квасолі подібна до технології консервованого горошку. Але якщо порівняти хімічний склад стічних вод, що утворюються при виробництві зазначеної продукції (табл.3.6), то видно, що він відрізняється. Реакція середовища - нейтральна, температура – нижча, тривалість періоду загнивання - більша. Значна різниця у вмісті біогенних, органічних і завислих речовин. В стічних водах від переробки квасолі їх концентрація суттєво нижча, ніж в стічних водах від виробництва консервованого горошку. За хімічним складом такі стічні води подібні до стічних вод, що утворюються при виробництві консервованих огірків. Тобто їх також можна вважати помірно забрудненими.

Перше, що привертає увагу при аналізі даних про хімічний склад і властивості стічних вод від виробництва консервованої цвітної капусти (табл.3.6) є висока температура. Це можна пояснити бланшуванням капусти водяною парою з подальшим промиванням сировини холодною водою, яка по завершенню процесу перетворюється в стічні води. Тривалість і режим проведення бланшування і промивання капусти в основному впливають на ступінь забруднення стоків, що утворюються. Загалом, стічні води від переробки капусти цвітної можна віднести до стоків середнього ступеню забруднення. Реакцій середовища таких стічних вод є нейтральною.

Для стічних вод від переробки томатів в томатне пюре чи пасту як їх особливість можна відмітити широкий діапазон зміни показників, що відображають вміст в них і біогенних, і органічних, і завислих речовин (табл.3.7). Впливати на це може багато факторів. Серед них сорт томатів, ступінь їх зрілості, спосіб збирання томатів, способи їх мийки, протирання та уварювання, спосіб мийки вакуум-випарного апарату тощо. Загалом за хімічним складом стічні води, що утворюються при переробці томатів в пюре чи пасту, можна охарактеризувати як стоки незначного і середнього ступеню забруднення. Такі стічні води мають нейтральну реакцію середовища.

Стічні води, що утворюються при виробництві консервованих овочевих сумішей мають хімічний склад, який змінюється в широкому діапазоні в залежності від того, які овочі використовують для виробництва готової продукції. В табл.3.7

наведено інформацію, що є усередненою для консервованих овочевих сумішей в асортименті. Аналіз цих даних показує, що такі стоки мають підвищені концентрації завислих і органічних речовин. Реакція середовища стічних вод є нейтральною. В той же час такі стоки можна характеризувати як більш чисті в порівнянні зі стоками від виробництва консервованого зеленого горошку чи стоками від переробки моркви.

Оскільки морква є коренеплодом, то така сировина поступає на завод дуже забрудненою. Треба ретельна мийка сировини перед її використанням. Стічні води вже після мийки є значно забруднені розчиненими і завислими речовинами неорганічного походження, зокрема із ґрунту. Крім того в стічні води потрапляють дрібні частки шкірки моркви при її очищенні. Ще особливістю стічних вод від переробки моркви є підвищені концентрації в них біогенних та органічних речовин (табл.3.7). Причиною цього є застосування для бланшування моркви паро-водяних апаратів, а відповідно наявність тривалого контакту моркви з водою. В результаті в стоки переходять з моркви цукри, забарвлюючі речовини, мінеральні речовини. Реакція середовища таких стічних вод нейтральна. Загалом стічні води, що утворюються при переробці моркви, можна охарактеризувати як дуже забруднені.

Ступінь забруднення стічних вод від переробки цибулі залежить від того, як очищають сировину і як далі її обробляють. В табл.3.7 наведено дані про хімічний склад стічних вод, що утворюються при виробництві сушеної цибулі. В технології такої продукції передбачено після мийки та нарізання цибулі ще її вимочування в розчині солі та інших реагентів для надання часткам цибулі прозорості. Саме внаслідок цього в стічні води потрапляє чимала частка екстрактивних речовин із сировини. Як результат – високі концентрації органічних і біогенних речовин в стоках. Але на Одеському консервному заводі цибулю не сушать. Її чистять, миють і нарізають, а далі додають в овочеві суміші і салати, попередньо обсмажив на рослинній олії чи без смаження. Тому можна припустити, що при такій технології стічні води будуть менш забрудненими.

Згідно наявної на сайті інформації від виробника [15] Одеський консервний завод здійснює випуск не лише овочевої консервації, а і рибної. Тому при теоретичному дослідженні було вивчено стан питання стосовно хімічного складу стічних вод підприємств, діяльність яких пов'язана із переробкою риби. Усереднені дані [11, 24] наведено в табл.3.8.

Таблиця 3.8 – Хімічний склад і органолептичні показники стічних вод від виробництва рибних консервів

Показник	Одиниця розмірності	Значення показників для стічних вод від виробництва рибних консервів
Зовнішній вигляд	-	Каламутні, з сіро-коричневим забарвленням
pH	од. pH	5,8 – 6,2
Сухий залишок	мг/дм ³	900 - 3700
Завислі речовини	мг/дм ³	1300 - 1350
Азот загальний	мг/дм ³	40
Фосфор загальний	мг/дм ³	15
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	1300
ХСК	мгО ₂ /дм ³	2009
Жири	мг/дм ³	1200

Завислі речовини в стічних вода від переробки риби мають переважно органічне походження. Реакція середовища стоків є слабо кислою. Причиною цього є застосування оцтової кислоти в рибних консервах. Причиною високого значення сухого залишку в стічних водах є, зокрема, використання в рибних консервах кухонної солі. Як видно з табл.3.8 органолептичні показники підкреслюють значний ступінь забруднення стічних вод від виробництва рибної консервації.

При виробництві консервованої продукції підготовлену і оброблену сировину фасують в скляну чи металеву тару. В ході вивчення питання стосовно забруднення стічних вод після мийних машин встановлено, що ступінь забруднення стічних вод залежить від забрудненості тари (нова чи повторного використання). Також на забрудненість стоків впливає спосіб доставки тари на завод. Для Одеського консервного заводу це питання актуальне, оскільки металеву тару завод виробляє сам, а скляну – закуповує і доставляє на підприємство. Ще на забрудненість стічних вод впливає спосіб мийки тари, зокрема скляної. Бо є ручна мийка, а є машинна. Загалом, характеризуючи стічні води після мийки можна відміти наступні їх особливості: підвищену температуру та незначний вміст завислих, органічних і біогенних речовин.

Окремої уваги заслуговує питання забрудненості стічних вод, які є конденсатами технологічної пари. Якщо такі конденсати не контактують із сировиною, повітрям, мастильними матеріалами, то вони практично не змінюють свого хімічного складу. Саме тому їх відносять до групи «умовно чистих стічних вод» і використовують в якості живильної води для котлів. Такий термін використовують, оскільки розуміють що в процесі багатократної циркуляції води в замкненому водному контурі «теплообмінне обладнання виробничого цеху – котельня» якість води змінюється незначно. В порівнянні зі свіжою водою з джерела водопостачання, вода, що циркулює в замкненій системі, має вищу температуру, підвищений вміст окислів заліза, міді, цинку, алюмінію та інших елементів [4 – 6, 12]. Ці домішки з'являються

у воді внаслідок її контакту з внутрішніми металевими поверхнями трубопроводів і обладнання, на яких можуть відбуватися процеси корозії. Для їх вилучення із води встановлюють спеціальні фільтри.

Тепер стосовно стічних вод із барометричного конденсатору. Вакуум-випарну установку на консервному заводі застосовують для уварювання томатної пульпи. При роботі випарних апаратів утворюється вторинна пара. Вторинна пара – це водяна пара, яка є результатом випаровування води із пульпи в процесі її нагрівання і кипіння. Процес відведення із апарату вторинної пари може супроводжуватися незначним винесенням із апарату летких речовин, краплин соку, дрібних часток пульпи. Із випарного апарату вторинна пара потрапляє в барометричний конденсатор, де конденсується внаслідок її контакту з холодною водою. Холодна вода подається із градирні. Внаслідок процесу такої конденсації утворюються стічні води. Слід відмітити, що обсяги барометричних стічних вод залежать від продуктивності випарної установки і за даними [24] можуть знаходитися в межах 45 – 60 м³/год. В табл. 3.9 наведено дані про хімічний склад і мікробіологічні показники стічних води із барометричного конденсатору [27].

Таблиця 3.9 – Вміст забруднюючих речовин в стічних водах від барометричного конденсатору

Показник	Одиниця розмірності	Значення показника
Каламутність	НОК	7,24 ± 1,2
pH	од. рН	7,42 ± 0,141
Мінералізація	мг/дм ³	351,9 ± 3,00
ХСК	мгО ₂ /дм ³	8,33 ± 2,52
Загальні коліформи	КУО/100 мл	36 500 ± 7 354
Загальна кількість БГКП	КУО/100 мл	0
Загальна кількість грибів	КУО/мл	67,33 ± 11,02

Аналіз даних, наведених в табл.3.9 показує, що барометричні стічні води є каламутними. Разом з тим цей показник не є занадто високим. Враховуючи винос із випарного апарату із вторинною парою незначної кількості соку і часток томатів, можна припустити що стічні води від барометричного конденсатору також забарвлені. Реакція середовища стічних вод – нейтральна. Вміст органічних речовин та розчинних солей - незначний. За мікробіологічними показниками барометричні стічні води вод можна охарактеризувати як помірно забрудненні і такі, що в разі повторного водокористування, потребують попередньої дезінфекції.

На Одеському консервному заводі стічні води із барометричного конденсатору циркулюють в системі оборотного водопостачання вакуум-випарної установки. Чи здійснюють очищення і дезінфекцію цієї стічної води невідомо.

Коли закінчується сезон овочів, на ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» виробляють халву. В табл. 3.10 наведено показники хімічного складу стічних вод, що утворюються при виробництві халви.

Таблиця 3.10 – Хімічний склад стічних вод від лінії виробництва халви [75]

Показник	Одиниця розмірності	Значення показника
рН	од. рН	7,2
Завислі речовини	мг/дм ³	110
Сухий залишок	мг/дм ³	457
Азот	мг/дм ³	9,5
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	1250
ХСК	мгО ₂ /дм ³	950
Хлориди	мг/дм ³	37,2
Сульфати	мг/дм ³	107,7
Жири	мг/дм ³	126,9

Аналіз даних табл.3.10 показує, що стічні води від виробництва халви є дуже забрудненими завдяки високому вмісту в них органічних речовин та легко окиснюваних неорганічних речовин, а також високій концентрації жирів. Реакція середовища нейтральна. Вміст завислих речовин та солей – помірний.

Проведені теоретичні дослідження дозволили сформулювати наступні загальні висновки. Ступінь забруднення потоків стічних вод, що формуються на консервному заводі в періоди переробки різних овочів та період переробки соняшникового насіння в халву, суттєво відрізняється. Основний фактор впливу – це асортимент продукції, хімічний склад самої сировини та інших інгредієнтів, що додаються згідно рецептури чи необхідні для надання сировині певних властивостей. Також хімічний склад окремих потоків стічних вод залежить від технології і обладнання в технологічній лінії, технологічних режимів і умов експлуатації обладнання, витрат води на технологічні процеси [24, 10].

Переважно окремі потоки стічних вод консервного заводу мають нейтральну реакцію середовища, за виключенням стоків від виробництва консервованого горошку. Для низки стоків характерні підвищені температури, забарвленість. Стічні води на консервному заводі забруднені вуглеводами, органічними кислотами, оліями, продуктами розкладання органічної сировини, леткими речовинами, мікроорганізмами, солями, дрібними частками сировини, мінеральними речовинами з ґрунту. В таких стічних водах можуть міститися важкі метали, залишки пестицидів і засобів захисту рослин тощо [24, 25,10].

Для низки окремих потоків необроблених стічних вод характерні високі концентрації біогенних, органічних та завислих речовин. Стічні води від переробки

овочів загнивають протягом доби. При цьому найшвидше псуються стоки від виробництва консервованого горошку. Найбільш тривалий період загнивання мають стічні води від виробництва консервованих огірків.

Слід зазначити, що високі концентрації органічних і біогенних речовин є позитивним моментом у випадку застосування для очищення стічних вод біотехнологій. Крім того, такі стічні води є перспективною мінеральною сировиною для отримання добрив для сільського господарства.

Ще слід відмітити одну важливу характеристику окремих потоків стічних вод, що накопичуються при переробці овочів та виробництві халви на консервному заводі. Утворюються вони нерівномірно протягом робочих змін. Це пов'язано з тим, що мийка обладнання чи випуск з нього відпрацьованого теплоносія може відбуватися в різний час робочої зміни. Це в свою чергу впливає на ступінь забруднення потоку стічної води, що формується від однієї технологічної лінії. І така особливість може стати «вузьким місцем» при проектуванні та впровадженні локальної системи очищення стічної води на підприємстві.

Крім виробничих цехів на підприємстві є допоміжні приміщення (лабораторія, медпункт, харчоблок, душові, пральня, санвузли, різні майстерні) та офісна будівля. Там використовується питна вода і утворюються стічні води. Оскільки частка витрат води на допоміжні потреби підприємства знаходиться в межах 5 - 8 % (див. табл.1.4), відповідно витрати стічних вод від задоволення цих потреб також не є високими. Можна прогнозувати, що при змішуванні потоків стічних вод від допоміжних ділянок виробництва з основними потоками вплив хімічного складу перших буде нівелюватися. Але все ж було досліджено вміст забруднюючих речовин в так званих «сірих водах». Ці води включають води від душів, пральних і посудомийних машин, прибирання не виробничих приміщень. В табл. 3.11 наведено хімічний і мікробіологічний склад таких стоків.

Таблиця 3.11 - Показники якості змішаної проби «сірої води» [76].

Параметр	Одиниця розмірності	Середнє значення	Діапазон значень
pH	од. pH	7,1	6,1 - 8,4
БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	195	90 - 375
ХСК	мгО ₂ /дм ³	394	92 - 682
Мінералізація	мг/дм ³	377	280 - 597
Завислі речовини	мг/дм ³	66	16 - 202
Леткі речовини	мг/дм ³	39	-
Каламутність	НОК	80	37 - 173

Параметр	Одиниця розмірності	Середнє значення	Діапазон значень
Азот загальний	мг/дм ³	9,7	8 - 11
Амоній	мг/дм ³	4,1	0,6 - 9,2
Нітрати	мг/дм ³	0,8	0,4 – 2,5
Фосфор загальний	мг/дм ³	5,5	0,9 - 11
Фекальні коліформи	log10 КУО на100 мл	4,5	3,6 – 5,8
Загальні коліформи	log10 КУО на100 мл	4,9	4,1– 6

«Сіра вода» містить (30 – 50) % органічних речовин та (9 –20) % поживних речовин (азот, фосфор) від загальної їх кількості в стічних водах. В той же час, «сіра вода» менш схильна до мікробного забруднення, в порівнянні із змішаними стоками, де є стічні води із санвузлів. Низький ступінь фекального забруднення та відносно велика кількість сірої води роблять її привабливим водним ресурсом для повторного використання після локального очищення [76].

Ще заслуговують уваги зливові опади, що утворюються внаслідок атмосферних опадів. В табл. 3.12 наведено дані про усереднений хімічний склад та мікробіологічні показники стоків, що утворюються внаслідок дощових опадів та конденсації атмосферної вологи [77 - 80].

Таблиця 3.12 – Хімічний склад та мікробіологічне забруднення стоків, що утворюються внаслідок дощових опадів та конденсації атмосферної вологи [77 - 79]

№ з/п	Показник	Одиниця розмірності	Значення показника		
			Суміш дренажних і дощових стоків	Дощова вода з даху будівлі	Конденсат атмосферної вологи
1	pH	од.pH	7,52	6,2	6,38
2	Каламутність	НОК	не визначали	0,95	36
3	Завислі речовини	мг/дм ³	175	16	не визначали
4	Сухий залишок	мг/дм ³	204	191	39,0
5	Амоній	мг/дм ³	3,6	4,11	4,25
6	Нітрити	мг/дм ³	0,077	0,12	0,202
7	Нітрати	мг/дм ³	0,58	0,23	0,34
8	ХСК	мгО ₂ /дм ³	98,5	18,1 (перманганатна окиснюваність)	4,24 (перманганатна окиснюваність)
9	БСК ₅	мгО ₂ /дм ³	28,5	не визначали	7,4 (загальний органічний вуглець)
10	Сульфати	мг/дм ³	71	1,67	7,0
11	Хлориди	мг/дм ³	29	не визначали	10,6

12	Фосфати	мг/дм ³	< 0,36	0,03	< 0,01
13	Залізо загальне	мг/дм ³	2,06	0,0193	0,35
15	Алюміній	мг/дм ³	0,6	не визначали	0,0366
16	Свинець	мг/дм ³	0,043	0,003	0,0004
17	Нікель	мг/дм ³	0,0077	не визначали	0,0013
18	Цинк	мг/дм ³	0,16	0,328	0,0264
19	Хром	мг/дм ³	0,0085	0,0035	0,0011
20	Кобальт	мг/дм ³	0,0015	не визначали	не визначали
21	Марганець	мг/дм ³	0,2	не визначали	0,013
22	Кадмій	мг/дм ³	0,00061	не визначали	0,00005
23	Мідь	мг/дм ³	0,0293	не визначали	0,0218
24	Нафтопродукти	мг/дм ³	2,8	не визначали	0,014
25	СПАР (аніонні)	мг/дм ³	0,355	не визначали	не визначали
26	Феноли	мг/дм ³	< 0,15	не визначали	< 0,001
27	Загальні колі форми	КУО в 100 см ³	не визначали	77	>3·10 ⁴
28	<i>E.coli</i>	КУО в 100 см ³	не визначали	30	>3·10 ³

Аналіз даних, наведених в табл. 3.12 дозволяє зробити наступні висновки. Стічні води, що утворюються внаслідок дощових опадів та конденсації атмосферної вологи мають середній ступінь забруднення. Реакція їх середовища нейтральна або слабокисла. Вміст завислих та органічних речовин, а також біогенних елементів не перевищує ДК для скиду стічних вод в міську мережу централізованого водовідведення. В той же час для суміші дренажних і дощових вод характерним є високий вміст заліза загального, нафтопродуктів, кадмію, міді, нікелю, цинку, хрому. У дощовій воді, зібраній з дахів будівель також встановлено підвищений вміст цинку. Для конденсату атмосферної вологи характерний підвищений вміст заліза загального, цинку, хрому і міді. Для всіх стоків, що утворюються внаслідок атмосферних опадів а також конденсації атмосферної вологи за допомогою побутових чи виробничих кондиціонерів, характерне значне мікробіологічне забруднення.

Слід зазначити, що хімічні і мікробіологічні показники стічних вод, характеристика яких наведена в табл.3.12, можуть змінюватися. На їх значення дуже впливають кліматичні умови, наближеність до промислових зон та транспортних магістралей, хімічний склад і властивості матеріалу, з яким контактують опади чи конденсат тощо.

Ще на ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» виробляють металеву тару. Знайти дані про хімічний склад стічних вод, що утворюються внаслідок

прибирання цеху з вироблення тари не вдалося. Та можна спрогнозувати, що вони будуть містити підвищені концентрації важких металів, можливо ще нафтопродуктів і фенолів. Вміст органічних речовин та біогенних буде невисоким.

Представлені в п 3.2.2 результати теоретичного дослідження надають орієнтовне уявлення про забруднюючі речовини, які можуть міститися в різних окремих потоках стічної води, що формується на підприємстві. В той же час вони є спробою систематизації інформації за цим питанням, є підґрунтям для більш детальної класифікації стічних вод на підприємстві зазначеного типу та розробки технології локального очищення стоків на заводі з метою організації на ньому повторного водокористування. Для більш точного розуміння властивостей, фізико-хімічних та мікробіологічних показників окремих потоків стічних вод необхідно виконати величезний комплекс експериментальних досліджень на ПрАТ ВО «Одеський консервний завод». В межах даної кваліфікаційної роботи такі завдання не планувались до виконання.

3.3 Розрахунок витрат стічних вод на консервному заводі та оцінка ступеню раціональності використання води на підприємстві

Витрати стічних вод на консервному заводі залежать від: технології виробництва готової продукції; витрат води на технологічні процеси і забезпечення роботи котельні підприємства; витрат води на миття і санітарну обробку обладнання, поверхонь виробничих цехів і промислових площадок з твердим покриттям; кількості працюючих; наявності на підприємстві харчоблоку, медпункту, пральні; кількості душових кабінок і санвузлів; витрат води на мийку виробничого автотранспорту; наявності систем оборотного водопостачання; витрат води на будівельні роботи тощо.

Якщо були б відомі потужності всіх технологічних ліній ПрАТ ВО «Одеський консервний завод», графік їх роботи, витрати води на технологічні операції та інші допоміжні потреби, а також безповоротні втрати води, то можна було б скласти водний баланс підприємства. Таких даних отримати не було можливості. Але є відомими середньогодинні об'ємні витрати стічних вод в сезон переробки овочів (а це 375 м³/год), а також загальні скид стічних вод в міжсезонний період - це 3 тис. м³.

Сезон переробки овочів на консервному заводі починається з початку липня і закінчується в кінці листопаду. Тобто сезон переробки овочів триває п'ять місяців.

Прийmemo, що в цей період завод працює в дві зміни. Тривалість робочої зміни прийmemo рівною 8 годинам. Кількість робочих днів за сезон переробки овочів визначимо за календарем, вважаючи суботу і неділю вихідними днями. В підсумку маємо 110 робочих днів. В міжсезонний період прийmemo, що завод також працює 110 днів, але в одну зміну тривалістю 8 годин.

Тепер розрахуємо витрати води з джерела водопостачання на виробництві:

- за сезон переробки овочів:

$$Q_1 = 110 \cdot 16 \cdot 375 = 660\,000 \text{ м}^3/\text{сезон};$$

- в міжсезонний період:

$$Q_2 = 3\,000 \text{ м}^3/\text{міжсезон};$$

- за рік:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 663\,000 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Знаючи, що в стічні води переходить 90 % використаної води, можемо розрахувати витрати стічної води на підприємстві:

- за рік:

$$Q_{\text{ст}} = Q \cdot 0,9 = 596\,700 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

- за сезон переробки овочів:

$$Q_{\text{ст1}} = Q_1 \cdot 0,9 = 594\,000 \text{ м}^3/\text{сезон};$$

- середньогодинні витрати стічної води в сезон переробки овочів:

$$Q_{\text{ср1}} = Q_{\text{ст1}} / (110 \cdot 16) = 337,5 \text{ м}^3/\text{год};$$

- за міжсезонний період:

$$Q_{\text{ст2}} = Q_2 \cdot 0,9 = 2\,700 \text{ м}^3/\text{сезон};$$

- середньогодинні витрати стічної води в міжсезонний період:

$$Q_{\text{ср2}} = Q_{\text{ст2}} / (110 \cdot 8) = 3,1 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Розраховані параметри дають нам уявлення про обсяги стоків, що скидає підприємства в мережу централізованого водовідведення міста, а також про орієнтовні продуктивності для систем локального очищення стічних вод на підприємстві.

При аналізі водокористування на підприємстві ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» важливо оцінити не тільки те, скільки води з джерела водопостачання використовує підприємство та скільки стічних вод скидає. Важливо оцінити, наскільки раціонально підприємство використовує водні ресурси.

В загальному випадку під раціональним використанням ресурсів розуміють екологічне, технічне і економічне обґрунтування діяльності виробничого комплексу і використання території, на яких цей комплекс розміщено. При такому підході

важливо як виробити якісну і безпечну продукцію, так і організувати комплексне використання всіх ресурсів та збереження довкілля [6].

Для оцінювання ефективності використання водних ресурсів на підприємствах застосовують низку критеріїв. Серед них [6]: річна чи годинна витрата свіжої води з джерела водопостачання на потреби підприємства; питома норма витрат води на одиницю готової продукції; загальний об'єм води, що знаходиться в заводській системі оборотного водопостачання; річна чи годинна витрата стічних вод на підприємстві; об'єм стічних вод, що від підприємства відводиться на станцію біологічного очищення; ступінь забруднення стічних вод, які підприємства скидає в міську каналізаційну мережу; впливом підприємства на навколишнє середовище, зокрема водні ресурси [6].

На ефективність водокористування впливає наявність на промисловому підприємстві: маловодних технологій; багаторазового використання води в технологічному процесі; оборотного водопостачання; роздільної подачі води на виробничі ділянки; утилізації цінних компонентів із стічних вод та знешкодження осадів цих вод [6].

Проведений аналіз водокористування на ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» показав, що підприємство використовує в процесі своєї діяльності значні обсяги питної води. Більша частина використаної води переходить в категорію стічних вод і відводиться після грубого очищення з підприємства в міську каналізацію, а далі на очисні споруди міста. В оборотному водопостачанні використовується незначна частина води. Роздільного збору виробничих стічних вод, збору дощової води, а також повторного використання очищених стічних вод на підприємстві немає.

В літературі для оцінки ефективності використання води на підприємстві пропонується показник (K , %), що розраховують за формулою [6]:

$$K = \frac{(Q - Q_{\text{ст}})}{Q} \cdot 100 \% \quad (3.1)$$

де Q – об'ємні витрати води із джерела водопостачання, м³/рік;

$Q_{\text{ст}}$ – об'ємні витрати стічної води, м³/рік.

Скориставшись формулою 3.1 розрахували показник K :

$$K = \frac{(663000 - 596700)}{663000} \cdot 100 = 10 \% \quad (3.1)$$

Розрахований показник K має значення, що є суттєво меншим середнього значення аналогічного коефіцієнту для харчової промисловості ($K = 45$ %). І ще більш значною є різниця в порівнянні з підприємствами пегкої, хімічної,

машинобудівної, металургійної чи нафтопереробної промисловостей, де значення коефіцієнту K знаходиться в межах від 60 до 85 % [6]. Зрозуміло, що показник ефективності використання води на консервному заводі не може бути таким же, як на машинобудівному заводі. Дуже різні вимоги до якості і безпечності як води, що використовується для виробництва готової продукції, так і вимоги до самої продукції. Але показник ефективності використання води на консервному заводі має бути хоча більш наближеним до середнього значення показнику ефективності використання води на інших харчових підприємствах.

Щоб на консервному заводі досягнути значення показника $K=45$ %, треба щоб в міську централізовану систему водовідведення з підприємства потрапляло не більше 364 650 м³/рік стічної води. Тобто треба скоротити в 1,64 рази скоротити скид стічної води з підприємства в міську каналізацію. Відповідно до 232050 м³/рік стічної води доцільно локально очистити і повернути для використання на потреби підприємства.

Наведений вище аналіз ефективності використання води підтверджує, що сьогодні водокористування на консервному заводі є не раціональним. Особливо з огляду на реалії, коли зростає дефіцит прісних водних ресурсів, погіршується якість води в природних джерелах, працюють на межі свого ресурсу системи централізованого водопостачання і водовідведення, зростають тарифи на подачу питної води та відведення стічних вод. В решті решт це все має відображення і на собівартості продукції консервного заводу. Тому актуальною є зміна на підприємстві системи управління водними ресурсами. І одним із напрямків цієї діяльності є розробка і впровадження системи децентралізованого очищення стічних вод з метою організації повторного водокористування.

3.4 Технологічна схема децентралізованого очищення стічної води для консервного заводу

Повторне водокористування передбачає очищення стічних вод підприємства та доведення їх якості до таких вимог, щоб воду можна було б використовувати для технічних чи технологічних потреб.

Для технологічних потреб на консервному заводі використовують воду питної якості. Вимоги до питної води регламентовані нормативним документом ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [81]. У відповідності до них питна вода має відповідати наступним

гігієнічним вимогам: «бути безпечною в епідемічному та радіаційному відношенні, мати сприятливі органолептичні властивості та нешкідливий хімічний склад» [81].

Технічна вода має менш жорсткі вимоги до якості. Технічну воду передбачається використовувати для поливу зелених насаджень, наповнення пожежного резервуару, для забезпечення роботи санвузлів, для прибирання і мийки підлог та твердих поверхонь виробничих і допоміжних цехів, прибирання офісних приміщень, мийки заводського автотранспорту, забезпечення роботи пральні, виконання ремонтних і будівельних робіт. Також воду технічної якості можна використовувати для: мийки тари для транспортування сировини; попередньої мийки дуже забрудненої сировини (моркви, буряка) перед подальшим її ополіскуванням питною водою та очищенням; для змиву з робочих поверхонь залишків переробки сировини перед завершальним ополіскуванням питною водою і дезінфекцією обладнання. Основними вимогами до технічної води є її нейтральне середовище, відсутність у воді речовин, здатних осаджуватися (карбонатні осади) або викликати корозію металевих поверхонь чи бетону, епідеміологічна та радіаційна безпечність, задовільні органолептичні показники.

Територія заводу ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» є досить забудованою. Вільного місця для встановлення двох систем очищення заводських стічних вод з доведенням їх якості до вимог питної та окремо технічної води мало. Навіть одна система очищення стічних вод має бути компактною. А обладнання слід передбачати таке, щоб його конструктивні особливості дозволяли очищати дуже нерівномірний стік води протягом року. Крім того робота системи очищення стоків не повинна погіршувати умови праці на підприємстві. В зв'язку з цим пропонується встановити одну систему очищення стічної води, вимоги якої відповідатимуть вимогам до якості води, придатної для використання на харчовому підприємстві згідно санітарних вимог.

Основні обсяги потоків стічних вод консервного заводу надходять з цехів переробки харчової сировини. Вони містять високі концентрації органічних речовин і біогенних елементів. Тому в технології очищення стічних вод доцільним буде застосування біологічного оброблення стоків. Придатність стічних вод консервного заводу визначали за сукупністю параметрів, що є співвідношеннями між показниками ХСК, БСК₅, БСК_п, вміст азоту (N) та вміст фосфору (P). При виконанні розрахунків прийняли до уваги, що БСК₅ \approx 70 % від БСК_п. Вихідні дані для розрахунку показників в табл.3.1.3 взяті були з табл.3.1 – 3.12. Для випадків, коли в таблиці були вказано діапазон значень показника, то визначали середнє

арифметичне значення. Результати визначення придатності стоків консервного заводу до біологічного розкладання наведено в табл.3.13.

Таблиця 3.13 - Визначення придатності стічних вод консервного заводу до біологічного оброблення

№ з/п	Стічні води	$\frac{ХСК}{БСК_5}$	$\frac{БСК_{II}}{ХСК}$	БСК ₅ : N	БСК ₅ : P	БСК ₅ : N : P	Придатність до біологічного оброблення
1	Суміш стічних вод консервного заводу (листопад)	2,29	0,63	2,7 : 1	8,4 : 1	100 : 37 : 12	±
2	Суміш стічних вод консервного заводу (грудень)	1,97	0,72	18 : 1	126 : 1	100 : 5,5 : 0,8	+
3	Окремі потоки стічних вод від технологічних ліній з виробництва:						
3.1	- консервованого горошку	0,68	2,11	13,3 : 1	47,7 : 1	100 : 7,5 : 2,1	±
3.1	- консервованих огірків	0,61	2,34	8,6 : 1	10,2 : 1	100 : 11,6 : 9,8	±
3.2	- концентрованих томатопродуктів	0,58	2,48	16,9 : 1	100,3 : 1	100 : 5,9 : 1	+
3.3	- рибної консервації	1,54	0,92	32,5 : 1	86,7 : 1	100 : 3,1 : 1,2	+
3.4	- виробництва халви	0,76	1,88	131,6 : 1	-	100 : 0,8	±
4	Сіра вода	2,02	0,71	20,1 : 1	35,5 : 1	100 : 5 : 2,8	±
5	Суміш дощових і дренажних вод	3,46	0,41	6,7 : 1	79,2 : 1	100 : 15 : 1,3	-
	Рекомендовані значення параметрів	$\leq 2,5$	$\geq 0,75$	Оптимальне 17 : 1 90 : 1		100 : 5 : 1	
				Мінімальне 32 : 1 150 : 1			

Примітка: в останній колонці табл.3.13 символи трактуються наступним чином:

« + » - Придатні до біологічного оброблення.

« ± » - Придатні, але потребують коректування вмісту органічних речовин, або N або P.

« - » - Не придатні.

Аналіз даних, наведених в табл. 3.13. дозволив зробити висновок, що на біологічне оброблення на консервному заводі не доцільно спрямовувати суміші дощових і дренажних вод. Враховуючи забрудненість цих стоків мінеральними домішками, важкими металами та можливо іншими токсичними речовинами, пропонується суміш дренажних стоків з території підприємства спрямовувати на централізовану КОС.

Можливості визначити придатність до біологічного оброблення дощових вод, зібраних з дахів будівель та конденсатів атмосферної вологи не було, оскільки невідомими є значення ХСК та БСК₅ для цих стоків. Та можна прогнозувати, що вони не є придатними. Ступінь їх забруднення невисокий. Найбільша проблема – мікробіологічне забруднення та важкі метали. За наявності вільних площ на території підприємства такі стоки можна збирати, піддавати фізико-хімічному обробленню, дезінфекції та використовувати як технічну воду. Можна встановити підземні резервуари для збору дощової води з дахів будівель заводу, а пізніше за необхідності використовувати цю воду для розведення концентрованих стоків, що скидаються в мережу централізованого водовідведення міста.

Непридатними для біологічного оброблення також вважаємо стічні води від цеху виробництва металевих тари. Стоки там утворюються внаслідок санітарного прибирання виробничого приміщення. Даних про хімічний склад таких стоків не знайшли. Та можна прогнозувати, що вони містять в підвищених концентраціях важкі метали та інші токсичні речовини. Тому на локальну систему очищення стічних вод підприємства пропонується їх не спрямовувати.

Непридатними для біологічного оброблення будуть і стоки, що утворюватимуться при регенерації іонообмінних фільтрів внаслідок низької концентрації органічних та біогенних речовин і підвищеного солевмісту, зокрема солей кальцію і магнію.

Придатним для біологічного оброблення є змішаний потік стічних вод з підприємства (виробничих і господарсько-побутових) в міжсезонний період, коли завод виробляє халву та рибні консерви. Також придатним є потік стічної води від виробництва концентрованих томатопродуктів.

Придатними для біологічного оброблення, але за умови нормалізації вмісту органічних та біогенних елементів, є загальний стік в сезон переробки інших овочів, окремі потоки стічних вод від технологічних ліній протягом року, а також «сірі стічні води». Нормалізувати вміст органічних і біогенних речовин можна додаванням до стоків, що оброблятимуться, необхідної кількості високо концентрованих стічних вод наприклад від інших харчових підприємства міста (наприклад кондитерської фабрики, яка поруч). Згідно даних [11], загальний стік стічних вод кондитерської фабрики має орієнтовно: ХСК = 6060 мгО₂/дм³, а БСК₅ = 2190 мгО₂/дм³. Для нормалізації вмісту органічних і біогенних речовин можливе дозування сечовини та гідрофосфату амонію.

В результаті виконаного аналізу можна пропонувати заводу встановити локальну систему очищення стічних вод з метою подальшого використання очищених стоків в технологічному процесі. На систему очищення стоків спрямовувати суміш частини стоків від технологічних ліній переробки овочів із «сірою водою», а також весь стік від виробництва халви і рибних консервів у суміші із «сірою водою». Потоки дощової води, яка змивається з території підприємства, а також потоки стічної води після мийки підлог виробничих цехів та промислових відкритих площадок, після машин для первинної мийки овочів, особливо коренеплодів, після мийки тари для транспортування овочів, після мийки машин, від санвузлів скидати в централізовану систему водовідведення міста.

Для оброблення стічної води на підприємстві запропоновано наступну технологічну схему (рис.3.4). Наведену на рис. 3.4 технологічну схему очищення стічних вод можна умовно поділити на 3 етапи: первинне, вторинне і третинне оброблення. Технологічний етап первинного оброблення стічної води включає процеси проціджування, накопичування, усереднення, нейтралізації, а також вилучення завислих речовин, піску та жиру. Технологічний етап вторинного оброблення стічної води – це вилучення органічних речовин і азоту в анаеробному мембранному біореакторі. Третинне оброблення стічної води - це процеси, які дозволяють покращити якість стічної води після біологічного оброблення до вимог для води технологічного призначення. Третинне оброблення включає процеси хімічного окислення, сорбційного очищення, механічної мікрофільтрації, нанофільтрації, кондиціювання хімічного складу і накопичення води, знезараження води.

Проціджування води в технології пропонується здійснювати за допомогою ґрат, виготовлених із прямих металічних прутів круглого чи прямокутного перерізу. Їх можна встановити вертикально або під нахилом (кут $60 \dots 80^\circ$ до горизонталі) для полегшення їх ручного очищення. Розмір отворів на ґратах повинен забезпечувати затримання часток розміром більше 20 мм.

Проціджена вода самопливом подається в накопичувальну ємність. Для організації самопливу стічної води з подальшим її збором в накопичувальній ємності, саму ємність дещо заглибити в землю. Також треба облаштувати до неї зручний доступ, щоб можна було здійснювати ревізію чи чищення. Додатково накопичувальна ємність виконуватиме функцію усереднювача стічних вод. Тому її треба оснастити трубчатою розподільною системою для здійснення барботажу повітря в товщі рідини. Це сприятиме перемішуванню різних за властивостями і хімічним складом стоків із підприємства. Таким чином відбуватиметься їх усереднення.

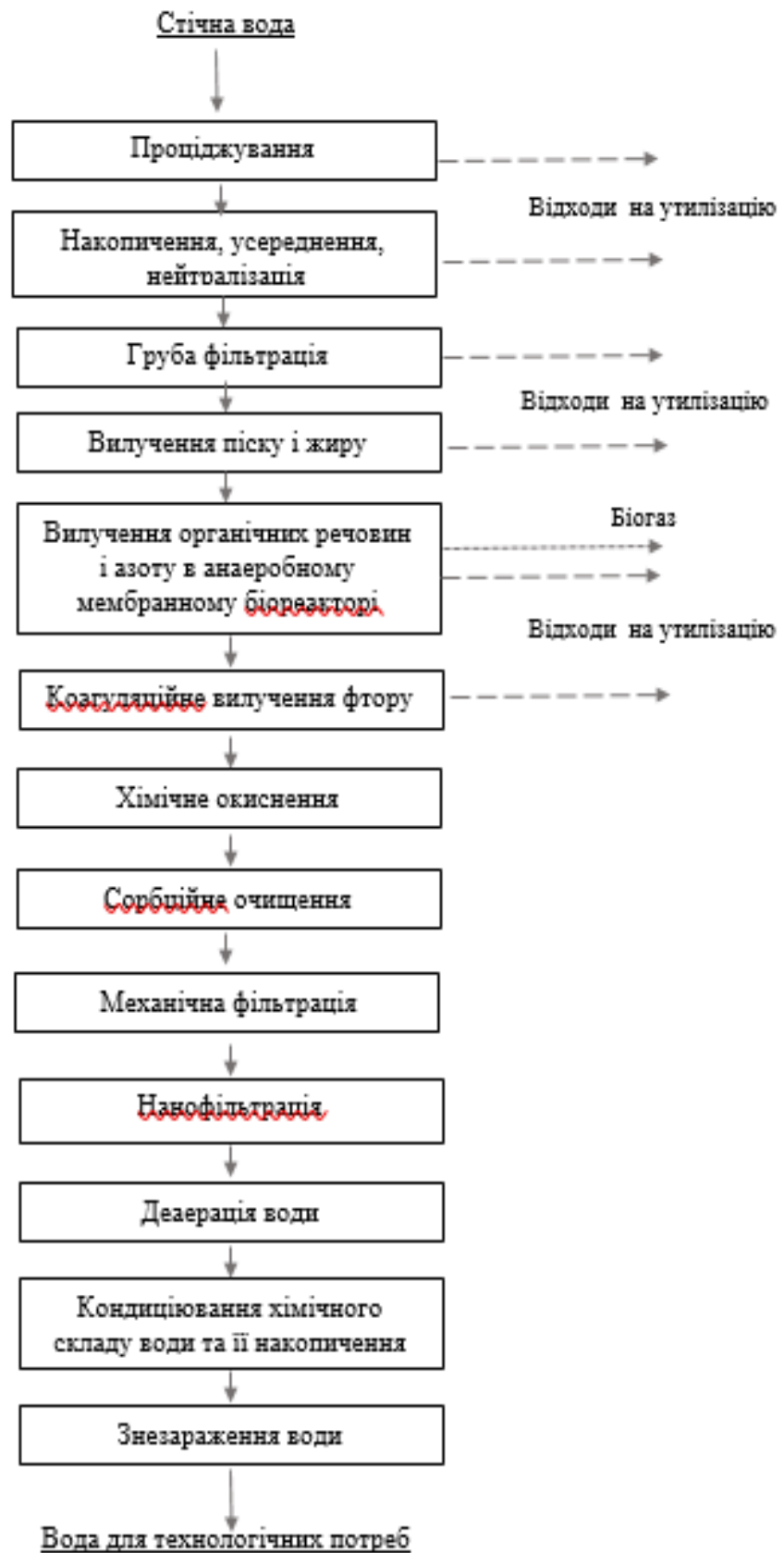


Рисунок 3.4 - Технологічна схема очищення стічної води на консервному заводі з метою повторного водокористування

При накопиченні стічної води в ємності може відбуватися осадження деяких твердих домішок. Відповідно утворюватиметься осад, який слід періодично вилучати із накопичувальної ємності. Осад може утворюватися і при контакті повітря зі стічною водою внаслідок окиснення органічних речовин в присутності мікроорганізмів із самих стічних вод. Тому слід доукомплектувати ємність ще пристроєм для вилучення осадів, що в ній утворюватимуться.

Накопичувальна ємність також має бути оснащена пробовідбірником. Це необхідно для здійснення контролю вмісту домішок, які суттєво впливають на процеси оброблення стічної води. Серед них показник рН стічної води. Якщо рН стічної води в ємності менше 8,0, то треба підвищити лужність води. Для цього в накопичувальну ємність у відповідності до розрахованого дозування додається розчин гідроксиду натрію. Підлугування до рН = 8,0 ...8,5 необхідно для підвищення ефективності процесу вилучення жиру. Якщо рН стічної води буде менше 8,0, то відбуватиметься емульгація жирів та гіршими стануть умови для їх вилучення. Якщо рН стічної води буде більше 8,5, то відбуватиметься омилення жирів і ефективність процесу їх вилучення також знизиться.

Ще накопичувальна ємність має бути оснащена вимірювачем рівня води. Наповнювати стічною водою ємність до верху не можна. Треба простір невеликий для можливого накопичення летких речовин, зокрема газів.

Для підготовки розчинів всіх реагентів, що будуть використовуватися в технологічній лінії, повинні бути встановлені розчинні баки і дозатори з автоматизованою подачею розчину реагенту в ємність із стічною водою.

Усереднена і нейтралізована стічна вода подається відцентровим насосом на горизонтально розташоване барабанне сито, що обертається. Подача води здійснюється із зовні всередину. Діаметр отворів сита дозволяє затримувати завислі речовини розміром від 0,15 до 2,0 мм. Осад, що відфільтровується, знімається із зовнішньої перфорованої поверхні барабанного сита за допомогою спеціального шкребка. Така установка компактна. Має зовнішній кожух, що унеможливує контакт стічної води з навколишнім середовищем і відповідно не погіршує його стан. Продуктивність барабанних сит є різною. На ринку представлені апарати з продуктивністю до 1500 м³/год.

Після грубої фільтрації на барабанних ситах стічна вода подається в технологічну операцію, завданням якої є вилучення піску і жиру зі стічної води. Пісок є дисперсною домішкою, що легко осідає. Крім піску стічні води від мийки технологічних ліній консервного заводу можуть містити скалки скла, окалини металів.

Вони також швидко осідають і всі є абразивними матеріалами. Такі частки, якщо їх не вилучити, перешкоджатимуть роботі насосів та осідатимуть в трубопроводах.

Оскільки не планується спрямовувати потоки дощової води, яка змивається з території підприємства, а також потоки стічної води після мийки підлог виробничих цехів та промислових відкритих площадок, а після мийки мийних машин для овочів та тари для їх транспортування, то можна прогнозувати, що навантаження щодо вилучення піску буде невисоким. Тому цю операцію можна сумістити з вилученням жирів.

У стічній воді жири часто присутні у вигляді вільних агломератів із завислими речовинами. Жири доцільно вилучати на попередньому етапі оброблення стічних вод, оскільки вони перешкоджають роботі насосів та забивають трубопроводу. Також жири погіршують ефективність біологічного оброблення стічної води. Особливо ті жири, які твердіють. В біореакторі вони є однією із причин утворення піни на поверхні стічної води. Ця піна слугує «розплідником» для нитчастих бактерій, наприклад виду *Nocardia*. Жири, присутні у стічній воді у формі емульсій чи є розчиненими в ній, роботі біореакторів не перешкоджають.

Жири можна вилучати флотацією. При цьому з жирами будуть вилучені і залишки рослинних волокон. Під жирами в даному випадку розуміють жирні кислоти, прості і складні ліпіди.

Для сумісного вилучення піску і жирів зі стічної води пропонується застосувати радіальну пісколовку-жироуловлювач. Апарат має циліндричну у верхній частині і конічну в нижній частині форму. Габарити апарату: діаметр циліндричної частини – від 3 м, висота по центру – від 3 метрів. Подається стічна вода в апарат тангенціально по спеціальному пристрою, розміщеному в центральній частині апарату. Оснащений апарат аератором та глибинним відцентровим насосом. Насос приводить в дію, закріплений на валу електродвигун. Глибина занурення насоса – не менше 2 м. Насос створює горизонтальний турбулентний потік в нижній частині апарату. Це полегшує відділення піску та інших мінеральних твердих домішок і стікання їх по стінкам конусної частини апарату (кут нахилу – 45°) вниз до відповідного люку в нижній частині апарату. В апараті вилучаються мінеральні частки розміром 200...300 мкм.

Повітря подається через аератор, що є перфорованою трубкою, зануреною в глиб рідини. Повітря вивільняється в об'ємі стічної води у вигляді дрібно диспергованих бульбашок. Ці бульбашки прилипають до флокул жиру, які є гідрофобними, та інших завислих речовин, ще присутніх в стічній воді. Турбулізація з

аерацією сприяють кращому відділенню жиру та сформованих згустків завислих речовин, які не були вилучені на попередній технологічній операції.

Відвід очищеної стічної води здійснюється через отвір в нижній частині апарату. Він розташований нижче рівня води в апараті. Жир та згустки завислих речовин, що плавають на поверхні рідини, безперервно видаляються шкребками, що рухаються над поверхнею рідини з невеликою швидкістю. Далі відбувається часткове зневоднення жирової маси при її русі по нахиленій поверхні до приймального латка. Зібрану жирову масу відправляють на утилізацію.

Для підвищення ступеню очищення стічної води від жирів та залишків завислих речовин застосовують реагенти, а саме коагулянти і флокулянти. Традиційними реагентами є сульфат алюмінію, оксихлорид алюмінію, хлориди заліза, поліакриламід. Технології їх застосування добре відпрацьовані роками практичного застосування. Сьогодні в технологіях очищення стічних вода а також для отримання питної і технічної води все більше починають використовувати органічні флокулянти або біофлокулянти. Наприклад, можна використовувати природний органічний рідкий флокулянт Zeoturb [83]. Отримують його з морських організмів. Він виконує функції коагулянту і флокулянту. Підвищує ефективність процесу вилучення завислих речовин і жирів, частково органічних речовин (в першу чергу тих, що містяться в завислих речовинах). Також завдяки наявним функціональним групам біофлокулянт вилучає із води такі важкі метали, як свинець (99 %), кадмій і ртуть. Перевагами органічного флокулянту є: висока ефективність стосовно вилучення забруднюючих речовин (до 90 % за завислими речовинами); нижчі норми дозування; нетоксичний реагент, що піддається біологічному розкладанню. Також застосування біофлокулянту дозволяє зменшити об'єм осаду з пісковловлювача-жировловлювача на 30 %.

Відходи та осади, що утворюються на етапах первинного, а також вторинного оброблення води, відводять від технологічної лінії. Їх можна подрібнювати, зневоднювати до вологовмісту на рівні 75...80 % та ущільнювати за допомогою гідравлічного пресу до вологовмісту на рівні 55...65 %. Потім відправляти на захоплення або спалювати. Оскільки тверді рештки рослинної сировини містять ще достатню кількість органічних речовин та біогенних елементів, то їх можна використовувати як сировину для отримання біогазу.

Після первинного оброблення стічна вода, з якої вже вилучені мінеральні тверді домішки, жири, завислі і колоїдні речовини подається насосом в установку для її біологічного оброблення. Це технологічний етап вторинного оброблення стічної

води. Впродовж нього із стічної води вилучають органічні речовини та частково азот. Запропоновано для біологічного оброблення використовувати анаеробний мембранний біореактор. Цю технологію відносять до інноваційних і перспективних. Перевагами застосування такого реактору є:

- підвищена концентрація ілової суміші ($8 - 12 \text{ г/дм}^3$), що дозволяє зменшити об'єм реактору в 2 рази;
- компактність установки, оскільки немає потреби в окремих відстійниках;
- триваліший вік ілу (більше 10 діб);
- позитивний досвід застосування реакторів для очищення господарсько-побутових і промислових стічних вод, зокрема і стічних вод підприємств з переробки фруктів та овочів;
- висока ефективність очищення стічної води, в порівнянні з іншими поширеними способами біологічного оброблення стоків. Типові показники якості очищеної стічної води в біореакторі: завислі речовини – менше 2 мг/дм^3 , каламутність – менше 1 НОК, ХСК – менше 30 мг/дм^3 , БСК₅ – менше 5 мг/дм^3 , азот амонійний – менше 1 мг/дм^3 , загальний азот – менше 10 мг/дм^3 , фосфор - менше 5 мг/дм^3 (при осадженні хлоридом заліза (III) після біореактору). Після нескладного додаткового оброблення і знезараження така вода може використовуватися для повторного водокористування;
- отримання біогазу як побічного продукту роботи біореактору.

Недоліком є те, що капітальні витрати вище, ніж при встановленні інших установок для біологічного оброблення стічної води [82].

Мембранні біореактори є різних типів і конструкцій. Пропонується використати в локальній системі очищення стічних вод мембранний біореактор із зануреними в суміш ілу і стічної води ультрафільтраційними мембранами. такі установки потребують менших капітальних витрат і вони більш компактні. В анаеробному мембранному біореакторі виділяють три зони: анаеробну, аноксидну і аеробну. Органічні речовини розкладаються за допомогою гетеротрофних бактерій. Процеси в анаеробному мембранному біореакторі можуть відбуватися при температурі від 22 до 37 °С. Але більш ефективним є вищі значення температури. Для підтримання температурного режиму слід оснастити установку теплообмінником, щоб підігрівав стоки, що зброджуються. Також установку треба доукомплектувати насосами, автоматизованими вимірювальними і контролюючими приладами.

Рециркуляція суміші стічної води та ілу між аеробною та аноксидною зоною, а також між аноксидною і анаеробною зонами з постійним відведення за

допомогою ультрафільтраційних мембран очищеної стічної води та відведення біогазу із анаеробної зони дозволяють знизити: вміст завислих речовин - на 99 - 100 %, БСК₅ – на 90 – 98 %; ХСК – на 83 – 97 %, процес нітрифікації провести на 96-98 %, денітрифікації – на 88 %. Швидкість аерації регулюють потоком повітря, необхідним для очищення мембран. Концентрація розчиненого кисню у зворотному потоці може досягати 6 мг/дм³. Для ефективної денітрифікації важливо оптимізувати потоки в біореакторі, так щоб мінімізувати потрапляння кисню та нітратів в анаеробну зону. Для вилучення фосфору із очищеної в біореакторі стічної води доцільно введення коагулянту хлориду заліза (III). В результаті коагуляції відбудеться осадження фосфору і його вилучення із стічної води.

Тип ультрафільтраційних мембран – порожнисті волокна із зовнішньою мембранною плівкою на підтримуючому шарі. Фільтрація стічної води відбувається при проходженні води крізь мембрану із зовнішньої сторони волокна всередину. Рухома сила – різниця тисків над і під фільтрувальним волокном, яку створює насос. Робочий тиск фільтрації - 0,55 МПа. Очищена вода відводиться із внутрішніх каналів порожнистих волокон. Зовнішній діаметр мембранного волокна - 1,9 мм, внутрішній - 0,9 мм. Діаметр пор ультрафільтраційної мембрани – 0,04 мкм.

В зону, що не є анаеробною, поміщають окремі модулі (касети), зібрані з мембранних елементів. Рекомендуються мембрани, виготовлені із гідрофільного полісульфону. Їх перевага в тому, що вони є хімічно стійкими, добре переносять інтенсивне промивання, є мало чутливі до вмісту в стічній воді органічних речовин, не піддаються біологічному розкладанню. Потребують використання для промивання розчинів із окиснювачами для вилучення біоплівки, а також для протидії адсорбції органічних речовин на поверхні мембрани.

В кожній касеті може бути до 22 мембранних елементів. Площа фільтруючої поверхні мембранного елемента – 20,4 м². Питомий потік стічної води на мембранні елементи може змінюватися в межах від 15 до 35 л/(м²·год). Він залежить від температури. Підвищення температури стічної води з 5 до 35...37 °С призводить до його зростання в 2,5 – 3 рази в залежності від концентрації ілу біля мембран.

Касети комплектують: деталями для підключення і монтажу мембранних елементів; кріпленням для касет в установці; системою розподілу і аерації повітря (або дифузії біогазу) для очищення мембран. Барботаж в зоні розміщення мембран необхідний для того, щоб біля касет із мембранами не відбувалося згушення ілової суміші. Це перешкоджатиме фільтрації води. При барботажі повітря чи біогазу забезпечується підйомний потік бульбашок газу вздовж волокон мембран, викликає

їх вібрацію і перемішування шарів суміші стічної води та ілу, що контактують з поверхнею мембрани. Також перешкоджає формуванню застійних зон біля поверхні мембран рециркуляція ілу із зони, де розміщені мембрани, в анаеробну зону біореактору.

Для забезпечення надійної і тривалої роботи мембран необхідно правильно їх експлуатувати. Цикли фільтрування стічних вод повинні чергуватися з циклами відмивання мембран від забруднень. Треба застосовувати зворотне промивання ультрафільтраційної мембрани протитоком пермеату. Тривалість зворотного промивання має становити не менше 30 с. Проводити промивання слід кожні 10-15 хв роботи установки в режимі фільтрації. Періодично, 1 раз в 3-7 днів треба здійснювати відмивання мембран розчином пермеату з реагентом (озонований пермеат, хлорований пермеат, підкислений пермеат). Для відновлення фільтраційної здатності мембран (регенерації) касети з мембранними елементами виймають із біореактора і замочують в розчинах реагентів. Тривалість регенерації – до 8 – 16 годин з залежності від ступеню забруднення. Щоб її здійснити треба зупиняти реактор, або додатково встановлювати резервуар, в якому буде здійснюватися регенерація мембран. Частота регенерації мембран – від 1 до 3 раз на рік в залежності від ступеню забруднення мембран.

Для накопичення пермеату частину профільтрованої води направляють із установки в накопичувальний резервуар. Воду з нього використовують для відмивання мембрани після завершення циклу фільтрації. Цією водою також можна мити інші апарати, встановлені в системі очищення стічної води до біореактору.

Ще один резервуар необхідно встановити для випадку пікових навантажень на технологічну лінію.

Після вилучення органічних речовин, азоту і фосфору стічна вода подається на хімічне окислення. Оскільки очищену стічну воду передбачається використовувати для технологічних потреб, то треба забезпечити її високу якість і безпечність. Тому пропонується застосувати метод глибокого окиснення, а саме комбінований фотохімічний процес [84]. В даному процесі оброблення стічної води відбувається при одночасному використанні УФ-опромінення, а також додаванні озону та перекису водню. Під дією УФ-опромінення ($\lambda = 254 \text{ nm}$) озон взаємодіє з водою з утворенням перекису водню та кисню. Далі з перекису водню під дією знову ж УФ-опромінення утворюється радикал гідроксилу. Цей радикал має окисно-відновлювальний потенціал (2,8 В), що значно перевищує окисно-відновлювальні потенціали озону і перекису водню. Саме тому цей вторинний окиснювач здатен

здійснювати деструкцію складних органічних сполук, що не були вилучені в біореакторі, до вуглекислого газу і води. Також зазначений спосіб дозволяє знешкоджувати мікроорганізми, розкласти різні токсичні речовини, осаджувати важкі та інші метали. Швидкість окиснення речовин дуже висока, що дозволяє суттєво зменшити габаритні розміри установки.

Після окислення вода направляється на сорбційний фільтр для покращення органолептичних властивостей води та відфільтрування можливих осадів. В якості фільтруючого завантаження пропонується використовувати гранульоване активоване вугілля.

Після сорбційного фільтру вода проходить механічну фільтрацію катриджному фільтрі з полімерного матеріалу. Мета фільтрації – вилучення подрібнених часток адсорбенту із потоку води. Рейтинг фільтрації – 1...5 мкм.

Після тонкої фільтрації вода подається на установку нанофільтрації. Її пропонується встановити, щоб знизити у воді вміст солей кальцію і магнію, а також трохи знизити вміст солей натрію, зокрема хлориду натрію. Тобто використанням нанофільтрації досягається пом'якшення води та часткове знесолення. Більш глибоке знесолення води з використанням мембран зворотного осмосу не доцільно, оскільки загальна мінералізація вихідної стічної води не є дуже високою. В технологічній лінії пропонується використовувати нанофільтраційну установку із тангенціальною фільтрацією та рулонними мембранними елементами. Після нанофільтрації доцільне вилучення надлишку вуглекислоти із води та коректування рН води.

Завершальними етапами третинного оброблення води є її кондиціонування, накопичення та УФ-зnezараження перед подачею на технологічний процес. Кондиціонування мінерального складу можна здійснювати дозування необхідних мінеральних солей, або змішуванням очищеної води з питною.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ В НАУКОВО-ДОСЛІДНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

4.1 Охорона праці в лабораторії під час виконання наукового дослідження

Згідно із Законом України «Про охорону праці» від 21.11.2002 року, підприємства, включаючи заклади вищої освіти, зобов'язані забезпечувати основні конституційні права громадян на збереження життя і здоров'я у процесі трудової діяльності. Закон встановлює єдиний порядок організації охорони праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником у сфері безпеки, гігієни праці та виробничої санітарії [85 - 86].

Організація цивільного захисту в закладах вищої освіти спрямована на завчасну підготовку працівників до дій у надзвичайних ситуаціях, мінімізацію втрат, забезпечення стійкості роботи об'єктів, а також своєчасне виконання рятувальних та інших невідкладних робіт [87 - 88].

У процесі виконання кваліфікаційної роботи проводилося дослідження хімічного складу стічних вод ПрАТ ВО «Одеський консервний завод». Експерименти виконувалися в науково-дослідній лабораторії кафедри екології, води та природоохоронних технологій (Дх-225а). Ця лабораторія була обрана об'єктом дослідження у розділі роботи, присвяченому охороні праці та цивільному захисту.

4.1.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Під час виконання експериментів у лабораторії дослідники можуть зазнавати впливу виробничих факторів, що виникають при роботі обладнання, використанні хімічних речовин, а також споживанні теплової та електричної енергії. Відповідно до нормативних документів з охорони праці, на робочих місцях можливе виникнення потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ), які класифікуються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні [85-86, 116].

Процес ідентифікації НШВФ є багатоступеневим і включає декілька етапів. Спочатку визначають фактори, що можуть впливати на дослідників під час експериментів. Далі проводять оцінку їхнього впливу, визначають допустимі рівні, кількісні характеристики, виявляють основні джерела небезпек і оцінюють наслідки

їхнього впливу [85-86, 116]. Результати аналізу НШВФ в науково-дослідній лабораторії Дх-225а наведено в табл.4.1.

Таблиця 4.1 – Небезпечні і шкідливі виробничі фактори в науково-дослідній лабораторії Дх-225а, їх нормативне значення, нормативний акт, джерело виникнення та можливі наслідки від їх дії [116]

№ з/п	Найменування НШВФ	Нормативне значення	Джерело або місце виникнення	Можливі наслідки від дії
Фізичні фактори				
1	Вироби і матеріали, що пересуваються	-	pH-метр, КФК, інші портативні прилади, лабораторний посуд і реактиви, штативи, плитка, ємності з водою	Існує ймовірність пошкодження приладів і матеріалів через зіткнення з іншими об'єктами або падіння на підлогу. Також можливе витікання реагентів на робочі поверхні та підлогу.
2	Підвищена температура поверхонь устаткування, матеріалів	Температура поверхні - тах 45 °С	Сушильна шафа, водяна баня, муфельна піч, плитка електрична	Опіки
3	Підвищена температура повітря робочої зони	18-22 °С	Сушильна шафа, водяна баня, муфельна піч, плитка електрична	підвищення температури тіла Запаморочення, порушення терморегуляції організму,
4	Знижена температура повітря робочої зони	18-22 °С	Відсутність опалення, не відповідний нормативам режим гарячого водопостачання для системи опалення, застарілі радіатори	Переохолодження застудні захворювання
5	Підвищена вологість повітря	Відносна вологість (40-60) %	Випаровування води при її кип'ятінні, розлита і вчасно не витерта вода на робочій поверхні чи підлозі, вологі серветки, фільтруючі матеріали, миття лабораторного посуду тощо	Порушення терморегуляції
6	Знижена рухливість повітря		Невелике приміщення, без вікон.	
7	Підвищений рівень шуму	Вироб.приміщ. -80 дБА	Витяжна шафа	Головний біль, підвищення артеріального тиску, часткова втрата слуху, при тривалому впливі

№ з/п	Найменування НШВФ	Нормативне значення	Джерело або місце виникнення	Можливі наслідки від дії
8	Небезпечне значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися крізь тіло людини		Всі прилади, підключені до електромережі: сушильна шафа 2Ш - 0 - 01, ваги лабораторні ВЛР - 200, ФЕК КФК - 2, рН-метр - 150 МІ	
9	Підвищений рівень статичної електрики		Електричні прилади	
10	Гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і устаткування	-	Лабораторний посуд, лабораторні прилади	Травми рук
11	Відсутність і недостатність природного світла	КПО від 0,3 до 4%	Відсутність вікон в приміщенні лабораторії	Порушення зору, дезорієнтація, зниження працездатності
12	Недостатня освітленість робочої зони	Менше 200 лк	Є лише світильники на стелі приміщення, а немає на бокових стінах біля столів для титрування розчинів	Порушення зору, зниження працездатності
13	Підвищена слизькість підлоги	-	Біля мийки для рук, лабораторного посуду, матеріалів	Травми, падіння
Хімічні фактори				
14	Токсичні, подразнюючі, сенсибілізуючі, хімічні речовини, що можуть проникати до організму людини через органи дихання, шлунково-кишковий	ГДК пари в повітрі робочої зони: концентрованих кислот - 1,0 мг/м ³ ; фенолфталеїну - 0,3 мг/м ³ ; спиртів - 1000 мг/м ³ ;	Срібло та його сполуки; мідь та її сполуки; бензол; спирти аліфатичні; індикатори, кислоти органічні і неорганічні; метали лужні та їх сполуки; луги їдкі; мийні засоби; порошкоподібні матеріали для оброблення води	Хімічні ушкодження шкіри, слизових оболонок, дихальних шляхів, отруєння, запаморочення тощо
	тракт, шкірні покриви і слизові оболонки	боратів - 6 мг/м ³ ; концентрованих розчинів їдких лугів-5 мг/м ³	тощо	

№ з/п	Найменування НШВФ	Нормативне значення	Джерело або місце виникнення	Можливі наслідки від дії
Біологічні фактори				
15	Патогенні мікроорганізми і продукти їхньої життєдіяльності	-	Сировина, обладнання, персонал, гризуни, комахи є джерелом різних бактерій, вірусів, грибів, дріжджів, гельмінтів	Різні захворювання, зараження сировини патогенними м/о
Психофізіологічні фактори				
16	Фізичні перевантаження (статичні)	Не більше 700 кг протягом робочого дня	Статичні, за титрувальним столом	Втома, перенавантаження, зниження працездатності болі і захворювання суглобів та хребта.
17	Монотонність праці		Перенапруження зорового аналізатора, а також аналізаторів смаку і нюху під час проведення органолептичних і фізико-хімічних експериментів для визначення якості води. Інтелектуальне перенавантаження при виконанні розрахунків показників якості води, аналізі отриманих результатів і їх узагальненні.	Перенавантаження аналізатора, потребує перерву в 15 хв на кожну годину
18	Емоційні перевантаження	-	Невдалі експерименти	Повторне проведення експериментів може призвести до нервово-емоційного перенавантаження та порушень у роботі нервової системи.

На основі даних, наведених у таблиці 4.1, можна зробити висновок, що в науково-дослідній лабораторії Дх-225а існує значна кількість потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ). Недотримання правил техніки безпеки дослідниками може становити загрозу їхньому життю та здоров'ю [85].

4.1.2 Розташування лабораторного обладнання та його обслуговування

Усе обладнання лабораторії встановлено відповідно до технічних паспортів, норм технологічного проектування та технічних регламентів [90 - 91]. При монтажі враховано вимоги щодо технічного обслуговування устаткування, зокрема

необхідні відстані між окремими одиницями обладнання, а також між обладнанням і стінами приміщення, відповідно до положень СНиП 2.09.02-85 [89].

4.1.3 Забезпечення нормативних показників мікроклімату та чистоти повітря в лабораторії

Мікроклімат лабораторії має відповідати вимогам ДСН 3.36.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» та ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [100, 116]. У табл. 4.2 наведено основні показники мікроклімату для робочої зони лабораторії, які враховують тип виробничого приміщення, пору року, категорію виконуваної роботи, температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря.

Таблиця 4.2 – Виробниче приміщення, період року, категорія роботи, що виконується, температура, відносна вологість, швидкість руху повітря [116]

№ з/п	Найменування приміщення	Період року	Категорія роботи, що виконується	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
1	Науково-дослідна лабораторія	холодний	Легка Іб	18-20	50-60	0,1
		теплий	Легка Іб	20-24	40-60	0,2

На основі даних, наведених у табл. 4.2, можна зробити висновок, що мікрокліматичні умови в лабораторії є сприятливими для комфортної роботи.

Лабораторія обладнана централізованою системою опалення. Опалювальні прилади мають гладку поверхню, що полегшує їх очищення від забруднень. Для підтримання належних умов функціонує автономна припливно-витяжна вентиляція, яка забезпечує повітрообмін обсягом 20 м³/год на одну особу. Своєчасний профілактичний огляд і ремонт вентиляційного обладнання проводяться регулярно, щоб підтримувати нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні.

Під час виконання експериментів використовуються вентиляційні системи (витяжна і локальна), які знижують вплив токсичних випарів хімічних речовин на працівників. Щодня перед початком роботи лаборант перевіряє якість повітря в приміщенні, щоб виключити можливе накопичення шкідливих речовин або газів. У разі виявлення запаху токсичних речовин вживаються такі заходи: приміщення провітрюють, вмикають вентиляцію, припиняють доступ людей, а також забороняють використання електроприладів і відкритого вогню до усунення причини.

Для покращення умов праці в теплий період року пропонується встановити кондиціонер.

4.1.4 Забезпечення нормативних значень шуму та вібрації

Рівні шуму в лабораторії повинні відповідати нормам ДСН 3.3.6.037-99 «Шум. Ультразвук та інфразвук. Загальні положення», а вібрації – вимогам ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» [101, 116]. Основним джерелом шуму та вібрації у приміщенні є вентиляційна система витяжної шафи. У табл. 4.3 наведені характеристики шуму та вібрації цієї системи [116].

Таблиця 4.3 – Характеристики шуму та вібрації вентиляційної системи [116]

№ з/п	Найменування одиниці обладнання	Фактичне значення шуму, дБа	Нормативне значення шуму, дБа	Фактичне значення вібрації (локальна/ загальна), дБ	Нормативне значення вібрації (локальна/ загальна), дБ
1	Вентилятор	60	80	40/70 дБ	50/76 дБ

Порівняння нормативних і фактичних значень шуму та вібрації показало, що рівні в науково-дослідній лабораторії відповідають вимогам, забезпечуючи комфортні умови для роботи дослідників.

Для зниження рівня вібрації лабораторне обладнання розташоване на рівній та гладкій поверхні. Для додаткового захисту органів слуху під час роботи витяжної шафи рекомендується використовувати шумозахисні навушники. Крім того, пропонується встановити шумопоглинальний кожух на вентиляційну трубу витяжної шафи для зменшення рівня шуму.

4.1.5 Забезпечення нормативних показників освітлення

Освітлення в науково-дослідній лабораторії має відповідати вимогам ДБН В.2.5-28:2019 «Природне і штучне освітлення» [103]. У табл. 4.4 наведено характеристики системи освітлення лабораторії.

Таблиця 4.4 – Виробниче приміщення, вид освітлення, найменший розмір об'єкта розрізнення, розряд та підрозряд зорової роботи, нормоване значення КПО, нормоване значення освітленості

№ з/п	Виробниче приміщення	Вид освітлення	Найменший розмір, мм	Розряд та підрозряд зорової роботи	КПО, %	Нормоване значення освітленості, лк
1	Науково-дослідна лабораторія	суміщене	0,3-0,5	ШБ	1,2	300-200

На основі даних, наведених у табл. 4.4, можна зробити висновок, що освітленість у лабораторії відповідає умовам для комфортної роботи. Світлові отвори не перекриті обладнанням, а приміщення оснащено загальним вимикачем світла. Водночас природне освітлення є недостатнім, оскільки в лабораторії немає вікон, і денне світло потрапляє лише крізь скляні двері, які ведуть до іншого, добре освітленого приміщення.

Для поліпшення умов пропонується встановити додаткові світильники на бокових стінах біля робочих столів для титрування розчинів і поруч із шафою з реагентами. Світильники мають бути закритого типу, придатними для вологого прибирання. Їх необхідно очищати від пилу та бруду не менше ніж чотири рази на рік. Також рекомендується регулярно, раз на пів року, мити вікна в суміжному приміщенні [103].

4.1.6 Забезпечення належного санітарного стану в лабораторії

Внутрішнє оздоблення лабораторії відповідає її функціональному призначенню. Усі матеріали, використані для оздоблення приміщення, повітроводів і вентиляційних систем, мають дозвіл МОЗ України. Поверхні стін, стель і перегородок є гладкими, водостійкими та легкими для очищення та дезінфекції. На висоті 1,5 м від підлоги стіни облицьовані глазурованою плиткою світлих кольорів. Підлога в лабораторії не слизька, стійка до дезінфекційних засобів і легко очищається. Стики між підлогою, стінами та стелею мають заокруглення для зручності санітарної обробки.

Санітарна обробка проводиться за необхідності, але не рідше одного разу на тиждень. Підлогу миють щодня, а робочі місця очищають після завершення дослідів, але не рідше одного разу на добу. Дезінфекція обладнання здійснюється з використанням хімічних засобів із бактерицидною дією. Працівники, які виконують санітарну обробку, забезпечені спеціальним одягом і засобами індивідуального захисту.

До роботи в лабораторії допускаються лише працівники, які пройшли попередній медичний огляд. Надалі вони проходять медичний контроль щороку. Інструктаж із техніки безпеки проводиться раз на квартал із реєстрацією в спеціальному журналі, а щорічно працівники здають іспити з програми санмінімуму.

Персонал забезпечений халатами, гумовими рукавичками та спеціальним взуттям, яке легко миється та обробляється. Особистий одяг зберігається окремо

від спецодягу, а його заміна здійснюється в разі забруднення, але не рідше одного разу на тиждень. У лабораторії заборонено використовувати тканинне взуття або взуття з відкритим носком.

Для забезпечення безпеки в лабораторії наявні колективні засоби захисту: протигази, засоби пожежогасіння та аптечка, вміст якої регулярно перевіряється, а ліки замінюються після закінчення терміну придатності.

Перед початком роботи дослідники повинні одягти чистий спецодяг, підібрати волосся та ретельно вимити руки з милом. Під час роботи заборонено знімати спецодяг, зберігати особисті речі в кишнях, носити прикраси, приймати їжу або палити. При виході з лабораторії спецодяг необхідно знімати.

Для покращення санітарного стану рекомендується придбати респіратори та захисні окуляри відповідно до вимог [104].

4.1.7 Заходи та засоби захисту працівників від ураження електричним струмом

Електробезпека – це сукупність організаційних і технічних заходів, спрямованих на захист людей від небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики.

Відомо, що підвищений рівень статичної електрики може стати причиною вибухів, пожеж або травм різної тяжкості. Щоб уникнути накопичення зарядів статичної електрики, всі електричні прилади та обладнання мають бути надійно заземлені. Виключенням є неструмоведучі частини електроустановок, які розміщені на заземлених металевих конструкціях за умови надійного контакту між ними, за винятком обладнання у вибухонебезпечних зонах.

Небезпечна напруга в електричному ланцюзі, який може замикатися через тіло людини, здатна викликати електротравми або термічні опіки. Для запобігання таким випадкам слід використовувати електричне обладнання лише відповідно до його призначення та інструкцій з експлуатації.

У табл. 4.5 наведено характеристики науково-дослідної лабораторії Дх-225а за умовами середовища та категорією безпеки ураження електричним струмом [116].

Таблиця 4.5 – Виробничі та допоміжні приміщення, категорія приміщень за чинниками виробничого середовища, категорія приміщень з безпеки ураження електричним струмом [116]

№ з/п	Виробничі та допоміжні приміщення	Категорія приміщень за чинниками виробничого середовища	Категорія приміщень з небезпеки ураження електричним струмом
1	Науково-дослідна лабораторія	Сухе	I клас

Згідно з даними табл. 4.5, приміщення лабораторії відноситься до класу I, тобто належить до приміщень без підвищеної небезпеки. Лабораторія має сухий мікроклімат, відсутність пилу, нормальну температуру повітря, ізольовані підлоги та мінімальну кількість заземленого обладнання. У лабораторії використовується прихована проводка, електроштити оснащені запобіжниками, а всі електроприлади з напругою понад 36 В, а також обладнання, яке може опинитися під напругою, мають надійне заземлення. Для відключення електромережі передбачені рубильники, а загальний рубильник дозволяє знеструмити всю мережу, за винятком чергового освітлення [115].

Лабораторія працює за узгодженою з енергетичними та безпековими службами інструкцією з безпечного використання електронагрівальних приладів. Цю інструкцію ретельно опрацьовує обслуговуючий персонал та студенти, які виконують дослідження. Перед використанням електронагрівальних приладів усі користувачі вивчають їхні паспортні дані, правила експлуатації та відповідні інструкції [115].

Для попередження електротравм у лабораторії заборонено: працювати з несправними електроприладами; перевантажувати електромережу; залишати ввімкнені електроприлади без нагляду; працювати біля відкритих струмоведучих частин; торкатися до них; захищати доступ до електрообладнання.

У разі виявлення дефектів в ізоляції проводів, несправності рубильників, розеток або заземлення персонал негайно повідомляє електрика. При відключенні електроенергії всі прилади мають бути одразу вимкнені.

Категорично забороняється торкатися пошкоджених приладів або частин із порушеною ізоляцією, перебуваючи на вологій підлозі. У разі ураження електричним струмом необхідно швидко звільнити постраждалого від джерела струму, відключивши пристрій за допомогою рубильника. Якщо це неможливо, звільнення проводиться за допомогою дерев'яного або іншого неелектропровідного предмета. У разі ураження струмом обов'язково викликається лікар.

Серед заходів безпеки, впроваджених у лабораторії є: регулярна перевірка ізоляції струмопровідних частин; контроль справності систем захисного відключення від мережі; забезпечення недоступності струмоведучих частин для

випадкових дотиків; розміщення попереджувальних написів, плакатів і засобів індивідуального захисту.

Додатково пропонується встановити водяну баню, сушильну шафу та муфельну піч на діелектричні килимки. Також рекомендовано забезпечити лабораторію засобами індивідуального захисту, зокрема рукавицями та спеціальним взуттям [104].

4.1.8 Інші заходи та засоби захисту працівників у лабораторії

Для запобігання травмам, спричиненим гострими краями лабораторного посуду та обладнання, необхідно використовувати захисні рукавиці разом із халатом. Захисні рукавиці також потрібні під час роботи з водяною банею, електроплиткою, сушильною шафою чи муфельною піччю для уникнення теплових опіків. Щоб зменшити ризик ковзання, підлогу біля мийки рекомендується застеляти гумовими килимками, а також проводити її прибирання частіше.

Для запобігання отруєнню токсичними випарами всі роботи з леткими речовинами повинні виконуватися виключно у витяжній шафі. Щоб уникнути хімічних опіків, працівники мають використовувати засоби індивідуального захисту: бавовняні халати, гумові рукавиці та захисні окуляри. Концентровані кислоти слід зберігати в товстостінному скляному посуді об'ємом не більше двох літрів, у витяжній шафі та на спеціальних піддонах. Кожен лабораторний посуд із хімічними речовинами має бути позначений етикеткою з чітким найменуванням речовини та її концентрацією. На ємностях із токсичними речовинами додатково зазначається попередження «ОТРУТА».

Для зменшення ризику впливу біологічних факторів необхідно щоденно дезінфікувати всі робочі поверхні, а також ручки дверей та шаф. Лабораторний посуд слід мити одразу після використання. Спочатку його промивають водопровідною водою, потім обполіскують дистильованою водою і висушують у сушильній шафі.

Для мінімізації впливу психофізіологічних факторів важливо створити комфортні та безпечні умови праці. Пропонується оснастити лабораторію зручними стільцями. Щоб знизити рівень фізичного і розумового навантаження, рекомендується ретельно готуватися до проведення експериментів. Це включає: попереднє планування експерименту та узгодження його з керівником; вивчення методик оцінки якості природної чи стічної води; ознайомлення з конструкцією і правилами використання лабораторного обладнання та приладів; дотримання техніки безпеки

під час експериментів; облаштування робочого місця всім необхідним; уникнення відволікань під час виконання роботи. Крім того, слід дотримуватися раціонального режиму роботи та відпочинку: одна година роботи повинна супроводжуватися 15-хвилинною перервою [109].

4.1.9 Техніка безпеки під час роботи в науково-дослідній лабораторії

До початку роботи в лабораторії Дх-225а дослідник повинен бути одягнений у спецодяг і мати засоби індивідуального захисту. Перед виконанням досліджень необхідно ознайомитися з правилами безпеки роботи в лабораторії. Робоче місце має бути підготовлене: прибрані всі непотрібні предмети, перевірений стан лабораторного посуду (відсутність тріщин, надщерблень) і відповідність умовам дослідження. Хімічні розчини, отримані від лаборанта, повинні бути чітко позначені, із зазначенням назви та характеристик.

Перед початком роботи дослідник перевіряє справність електроприладів, цілісність ізоляції проводів та обладнання. У разі виявлення несправностей інформує керівника дослідження або лаборанта. До роботи не допускаються особи з ознаками захворювання, а також ті, хто перебуває у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння.

Виконання експериментів здійснюється самостійно, але під наглядом керівника і лаборанта. Робота починається лише після: дозволу керівника; ознайомлення із завданнями експерименту; вивчення правил безпечного використання хімічних речовин, посуду, обладнання; проходження інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки з відповідним записом у журналі інструктажів.

Під час роботи досліднику забороняється: самостійно ремонтувати обладнання; використовувати пошкоджений посуд; переміщувати обладнання, термометри чи хімічні розчини; залишати робоче місце чи відволікати інших. Зміна концентрації розчинів або змішування хімічних речовин проводяться лише з дозволу лаборанта чи викладача. Підключення електроприладів також здійснює лаборант.

У разі виникнення несправностей, розливу хімічних речовин, ураження електричним струмом чи інших аварійних ситуацій дослідник зобов'язаний негайно припинити роботу і повідомити лаборанта чи керівника.

Після завершення роботи дослідник повертає все обладнання, матеріали та хімічні розчини лаборанту. Робоче місце залишає лише після його перевірки

лаборантом. Результати експерименту затверджуються керівником, що є завершальним етапом дослідження.

Заходи безпеки в аварійних ситуаціях:

- При ураженні кислотами. У разі отруєння парами кислот потерпілого переміщують у провітрюване приміщення, рот і ніс промивають содовим розчином, дають пити тепле молоко з содою. Якщо кислота потрапила на шкіру, промити її холодною водою, потім 3%-вим содовим розчином і знову водою.

-

- При ураженні їдкими лугами. У разі отруєння парами лугів давати потерпілому пити тепле молоко з кількома краплями настоянки валеріани. При ураженні шкіри промити її водою, а потім 2%-вим розчином борної кислоти. У разі ураження очей промити їх водою і 2%-вим розчином борної кислоти, звернутися до лікаря.

- При теплових ураженнях. У разі опіків паром, вогнем чи гарячими предметами не проколювати міхурів та не бинтувати рани. Для опіків першого ступеня (почервоніння) уражену ділянку обробляють спиртом. Для опіків другого ступеня (міхури) – спиртом або 3%-вим розчином марганцівки. При руйнуванні шкірного покриву (третьої ступінь) рану накривають стерильною пов'язкою і викликають лікаря.

- При кровотечі. Підняти поранену кінцівку, закрити рану перев'язувальним матеріалом, притиснути на 4-5 хвилин, потім забинтувати. У разі сильної кровотечі використовують джгут, затиск або згинання кінцівки.

- При ураженні електричним струмом. Звільнивши потерпілого від дії струму, надати першу допомогу. Якщо він у свідомості – створити спокійні умови, викликати лікаря. Якщо потерпілий без свідомості, але дихає, покласти на м'яку підстилку, забезпечити свіже повітря, дати понюхати нашатир, розтирати тіло. У разі зупинки серця чи дихання виконувати штучне дихання і непрямий масаж серця до відновлення ознак життя або прибуття лікаря [109 - 110].

4.2 Цивільний захист у лабораторії під час виконання наукових досліджень

4.2.1 Заходи щодо запобігання пожежам та вибухам

Прогнозування та оцінка ризику пожеж у науково-дослідній лабораторії є ключовими заходами для забезпечення безпеки. Основним фактором, що впливає

на виникнення та поширення пожеж у приміщеннях, є рівень вогнестійкості будівель та споруд. Пожежна безпека об'єкта залежить від горючості матеріалів, що використовуються у його конструкції, та межі вогнестійкості основних елементів будівлі.

Оцінка ступеня пожежної та вибухової безпеки приміщення науково-дослідної лабораторії наведена в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 - Категорія вибухо-пожежонебезпечності, клас можливих пожеж і тип вогнегасника який використовується науково-дослідній лабораторії

Назва приміщення	Площа, м ²	Категорія за вибухової і пожежної небезпечністю	Клас можливих пожеж	Тип, кількість, об'єм вогнегасника
Науково-дослідна лабораторія	14,9	В	А, Е	Переносний порошковий вогнегасник ВП-2 з закачаним зарядом вогнегасної речовини на 2 кг

Приміщення лабораторії відповідає вимогам безпеки для промислових будівель. Конструктивні елементи лабораторії виконані з негорючих матеріалів, але існують деякі вибухонебезпечні фактори.

Згідно з класифікацією пожежної безпеки, лабораторія належить до категорії В — пожежонебезпечна, оскільки використовуються горючі рідини, тверді горючі і важко горючі матеріали, що можуть горіти при взаємодії з водою або киснем, за умови, що приміщення не належать до категорій А і Б. Клас пожеж включає: А — горіння рідких речовин, розчинних у воді (наприклад, спирт); Е — горіння електричних установок [115].

У лабораторії використовують електричне обладнання, що відповідає вимогам пожежної та вибухової безпеки для даної зони. Вибухонебезпечність електроустановок, відповідно до Правил встановлення електрообладнання (ПУЕ), належить до класу П-Па — приміщення з твердими горючими матеріалами [115].

Служби головного енергетика та пожежної охорони закладу здійснюють облік усіх електронагрівальних приладів, використовуваних для освітнього процесу та наукової діяльності. Вони перевіряють правильність встановлення лабораторного обладнання, справність електропроводки та відповідність навантаження, а також визначають необхідні заходи безпеки перед наданням дозволу на експлуатацію приладів і проведенням протипожежного інструктажу [115].

Електропроводка в лабораторії Дх-225а справна і відповідає вимогам. Потужність електричних споживачів відповідає допустимим навантаженням на електропроводку. Живлення електромережі лабораторії здійснено з проводів з хімічно

стійкою ізоляцією, а контакти електроапаратури надійні, що виключає іскріння. Електронагрівальні прилади мають теплоізольовані ніжки [115].

Під час роботи з пожежонебезпечними органічними рідинами в лабораторії використовують електричну водяну баню. Температура в бані регулюється за допомогою реостата. Водяна баня не оснащена автоматичним підживленням водою, тому лаборант стежить за рівнем води під час експлуатації [115].

З метою забезпечення пожежної безпеки в лабораторії заборонено: встановлювати прилади на підставки з горючих матеріалів, використовувати тимчасові електромережі для підключення нагрівальних приладів, підключати кілька споживачів до однієї розетки, розміщувати електронагрівальні прилади на відстані меншій за 0,5 м від горючих матеріалів, залишати включеними в мережу прилади без нагляду, використовувати несправні електричні прилади або прилади відкритого типу, сушити горючі предмети на приладах, нагрівати легкозаймисті речовини, перевантажувати електричні мережі. Також забороняється зберігати в безпосередній близькості до робочого місця великі кількості легкозаймистих рідин і матеріалів (наприклад, етанол) [115].

Всі співробітники лабораторії та студенти-дослідники проходять первинний інструктаж з пожежної безпеки на робочому місці. У разі виявлення порушень ізоляції проводів, несправностей електронагрівальних приладів або розеток, негайно повідомляється відповідальний лаборант або електрик закладу. Усунення несправностей, включаючи ремонт електронагрівальних приладів, проводиться тільки кваліфікованими спеціалістами [115].

Лабораторія забезпечена засобами для гасіння пожеж, зокрема переносним порошковим вогнегасником ВП-2, ящиком з піском, кошмою та пожежним краном №25. Всі засоби перевіряються та за необхідності заправляються раз на рік, і розташовані на видному місці біля входу, з вільним доступом [115, 116].

У разі витоків легкозаймистих рідин їх можна засипати піском (пісок зберігається у спеціальному контейнері на 8 кг біля вогнегасника). Для гасіння використовуються також азбестова ковдра та кошма. Рідину можна гасити водою тільки за умови, що вона розчиняється у воді [115, 116].

Для покращення пожежної безпеки у лабораторії рекомендується встановити пожежні оповіщувачі (ручні та автоматичні), а також використовувати автоматичні установки пожежогасіння, такі як спринклерні системи або автоматичні порошкові установки. Крім того, електрообладнання з нагрівом має бути встановлене на жаростійких підставках [115, 116].

4.2.2 Загальні вимоги до шляхів евакуації

План евакуації людей та матеріальних цінностей розміщений в коридорі, оскільки на поверсі одночасно перебуває більше 10 осіб. У приміщенні передбачено два виходи на випадок пожежі або аварії, що забезпечують безпечну та швидку евакуацію людей і матеріальних цінностей. Встановлено світильники евакуаційного освітлення, підключені згідно з вимогами ПУЕ, і постійно підтримуються в робочому стані [115].

Евакуаційні шляхи та виходи з лабораторії є вільними, без перешкод, що дозволяє забезпечити безпеку евакуації у разі надзвичайної ситуації. Кількість, розміри, конструкція виходів, а також умови освітленості, забезпечення відсутності задимленості, довжина евакуаційних шляхів і їх обробка відповідають вимогам протипожежних стандартів. Ширина шляхів евакуації становить більше одного метра, дверей - більше 0,8 метра, висота - більше двох метрів, з відкриванням назовні. Встановлені вказівні знаки на шляхах евакуації відповідають ГОСТ 12.4.026 [114]. Двері на евакуаційних шляхах відкриваються в напрямку виходу з приміщень, а двері евакуаційних виходів замикаються лише на внутрішні запори, які легко відчиняються. Оскільки лабораторія не має природного освітлення, шлях евакуації постійно освітлюється штучно [115].

Пропонується придбати електричні ліхтарики на випадок відключення електроенергії під час роботи студентів, лаборантів і викладачів у вечірній час зимового періоду. Також рекомендується застелити гумовий килимок біля умивальника, що розташований біля дверей лабораторії на шляху евакуації, щоб уникнути падінь на слизькій підлозі під час швидкої евакуації.

4.2.3 Заходи щодо блискавкозахисту

Науково-дослідна лабораторія кафедри екології, води та природоохоронних технологій відноситься до I категорії за рівнем блискавкозахисту згідно з призначенням та класом вибухових і пожежних небезпечних зон згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) [110].

Середня інтенсивність грозової активності в Одеській області складає 60-80 годин на рік. Захист від прямих ударів блискавки забезпечується установкою блискавковідводів. Захист від електростатичної індукції (вторинний прояв блискавки) здійснюється шляхом приєднання устаткування до заземлювача для відведення електростатичних зарядів. Для захисту від занесення високих потенціалів у будівлю приєднується заземлювач металоконструкцій до будівлі [110].

ВИСНОВКИ

1. Для виробництва готової продукції на консервних заводах використовують значні обсяги питної води. Більша частина використаної води переходить в категорію стічних вод. В умовах зростаючого дефіциту прісної води в світі актуальним завданням для заводів з переробки плодів і овочів стає організація повторного водокористування за рахунок децентралізовано очищених стічних вод підприємства.

2. Вивчено передовий досвід повторного водокористування на харчових підприємствах, які є світовими лідерами у своїх галузях та фактори, що стримують широке впровадження таких технологій.

3. Лідером з виробництва консервованої продукції на півдні України є ПрАТ ВО «Одеський консервний завод». В роботі досліджено стан водопостачання і водовідведення на підприємстві та зроблено висновок, що водні ресурси використовуються неефективно. Обґрунтовано доцільність розробки для підприємства локальної системи очищення стічних вод з метою організації повторного водокористування.

4. З урахуванням виконаного огляду літератури сформульовані мета і завдання наукового дослідження, визначені об'єкт і предмети дослідження, вибрані методи для виконання експериментальної частини роботи, обробки та узагальнення експериментальних даних.

5. У відповідності до сформульованих завдань роботи виконано аналіз джерел утворення стічних вод на ПрАТ ВО «Одеський консервний завод». Розроблено розширену класифікацію стічних вод для даного підприємства.

6. Виконано експериментальні дослідження хімічного складу змішаного потоку стічних вод консервного заводу. З використанням статистичного аналізу даних проведено математичну обробку та узагальнення даних експерименту.

7. Розраховані витрати стічних вод на консервному заводі та оцінено ступінь раціональності використання води на підприємстві сьогодні та за умов впровадження повторного водокористування.

8. Запропоновано та обґрунтовано технологію децентралізованого очищення стічної води для консервного заводу. Основними технологічними процесами первинного оброблення стічної води є проціджування, накопичення, усереднення, нейтралізація, фільтрація, вилучення піску і жиру. При вторинному

обробленні води використовуються процеси вилучення органічних речовин і азоту в анаеробному мембранному біореакторі. Для вилучення залишків фосфору зі стічної води після біореактору пропонується застосувати коагуляцію хлоридом заліза. Для третинного оброблення води запропоновано послідовне застосування процесів хімічного окислення, сорбційного очищення, механічної фільтрації, нанофільтрації, деаерації кондиціювання хімічного складу води, її накопичення та знезараження.

9. Розроблено заходи з охорони праці та цивільного захисту для науково-дослідної лабораторії кафедри екології, води та природоохоронних технологій.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Консервна промисловість /А. Т. Безусов // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] /Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2014. – Режим доступу : <https://esu.com.ua/article-4555> (дата звернення 20.05.24)
2. Бендерська О.В., Шутюк В. В.. Консервна промисловість України: стан, тенденції та перспективи розвитку. Матер. IV Міжн. наук.-техн. конф. мол. уч. та студ. «Актуальні задачі сучасних технологій», 25-26 листопада 2015, Тернопіль. – С.131 – 132. – Режим доступу : https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/11108/2/ConfATMT_2015v2_Benderska_O_V-Canning_industry_ukraine_131-132.pdf (дата звернення 20.05.24)
3. Дробот Т., Крупіна С. Стан, тенденції та перспективи розвитку овочеконсервної галузі України. – Режим доступу : <http://n-visnik.oneu.edu.ua/collections/2018/253/pdf/71-82.pdf> (дата звернення 20.05.24)
4. Експериментальне дослідження процесу мембранного очищення стічних вод консервних виробництв / О. О. Коваленко, А. Т. Безусов, Т. П. Патік, Д. В. Мочернюк // Харчова наука і технологія. - 2011. - № 3. - С. 79-83. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit_2011_3_30 (дата звернення 20.05.24)
5. Коваленко, О.О. Оцінка ефективності використання води на підприємствах харчової галузі [Текст] / О.О. Коваленко, О.Б. Василів, Т.П. Патік // Темат. зб. наук. пр. – Донецьк, 2010. Вип. 25. – С. 334 – 342.
6. Запольський, А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підруч. для студ. вищих навч. закладів / А. К. Запольський. – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.
7. Shrivastava, V., Ali, I., Marjub, M. M., Rene, E.R., Soto, A.M.F. (2022). Wastewater in the food industry: Treatment technologies and reuse potential. *Chemosphere*, 293, 133553. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133553>
8. Abdel-Fatah, M.A. (2023). Integrated management of industrial wastewater in the food sector. *Sustainability*, 15(23), 16193. <https://doi.org/10.3390/su152316193>
9. Гахович Н.Г. Екологізація промислового виробництва: Проблеми та механізми покращення /Наукові праці: Економіка. – Вип. 294, Т.306. – С.120 – 127. <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewById/362183>

10. Gohil, Al., Nakhla, G. (2006). Treatment of tomato processing wastewater by an upflow anaerobic sludge blanket–anoxic–aerobic system. *Bioresource Technology*, 97 (16), 2141-2152. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.09.017>

11. Шестоपालов, О.В., Гетта, О.С., & Рикусова, Н.І. (2019). Сучасні методи очищення стічних вод харчової промисловості. *Екологічні науки*, 2(25), 20-27. <https://doi.org/10.32846/2306-9716-2019-2-25-4>.

12. Кишневський В.П. Технології підготовки води в енергетиці / Підруч. для студ. вищих навч. закладів / В. П. Кишневський. – О.: Фенікс., 2008. – 399 с.

13. Abdel-Fatah, M.A. (2023). Integrated management of industrial wastewater in the food sector. *Sustainability*, 15(23), 16193. <https://doi.org/10.3390/su152316193>

14. Shrivastava, V., Ali, I., Marjub, M. M., Rene, E.R., & Soto, A.M.F. (2022). Wastewater in the food industry: Treatment technologies and reuse potential. *Chemosphere*, 293, 133553. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133553>

15. Одеський консервний завод. <https://okz.od.ua>

16. Луппа О.С. Удосконалення технології оброблення води для потреб консервного заводу: кваліф. роб. бакал. /О.С. Луппа, Одеса: ОНТУ, 2022. – 84 с.

17. Дзюба В.В. Реконструкція ПрАТ ВО «Одеський консервний завод» з метою розширення асортименту овочевих консервів та технічним переоснащенням виробництва: кваліф. роб. бакалав. / В.В. Дзюба, Одеса: ОНАХТ, 2020. – 93 с.

18. Про затвердження Правил користування системами централізованого комунального водопостачання та водовідведення в населених пунктах України / Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 27.06.2008 № 190 (зі змінами). Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 07.10.2008 за № 936/15627 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0936-08#Text>

19. Про затвердження Правил приймання стічних вод до систем централізованого водовідведення та Порядку визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення / Наказ міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства № 316 від 01.12.2017. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 15.01.2018 за № 56/31508 https://zakononline.com.ua/documents/show/376095_767649#n15

20. Якість питної води. <https://infoxvod.com.ua/uk/iakist-pitnoyi-vodi/>

21. Тарифи та абонплата. <https://infoxvod.com.ua/uk/aktualni-tarifi-z-01/>

22. Про затвердження Правил приймання стічних вод до системи централізованого водовідведення міста Одеси. Рішення виконавчого комітету Одеської міської ради № 561 від 26.12.2018 р. <https://omr.gov.ua/ru/acts/committee/113784/?print>

23. Про внесення змін до Правил приймання стічних вод до системи централізованого водовідведення міста Одеси, затверджених рішенням виконавчого комітету Одеської міської ради від 26 грудня 2018 року № 561. Рішення виконавчого комітету Одеської міської ради № 193 від 30.05.2019 р. <https://omr.gov.ua/ru/acts/committee/174195/>

24. Dudek, M. Woda i ścieki w przemyśle spożywym: praca zbiorowa. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1969. 357. <https://integro.polsl.pl/171900159749/ksiazka/woda-i-scieki-w-przemysle-spozywym?bibFilter=17>

25. Nwosu U.L., Ajiwe V.I.E., Okoye P.A.C. Assessment of Heavy Metal Pollution of Effluents from three (3) Food Industries in Nnewi/Ogidi areas of Anambra State, Nigeria // IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT) e-ISSN: 2319-2402,p- ISSN: 2319-2399. Volume 8, Issue 11 Ver. III (Nov. 2014), PP. 13-21.

26. Мітченко Т. Сьогодні та завтра водопідготовки. Наук.-практ журнал «Вода і водоочистні технології» №4 (78), 2015, С. 4 – 8.

27. Laura Mahoney, Bassam A. Younis, Christopher W. Simmons. A novel system for the treatment of wastewater from a tomato processing plant with UV light (2018). Water Practice and Technology. 13 (3): 662–672. <https://doi.org/10.2166/wpt.2018.064>

28. Екологічний паспорт. Одеська область, 2023. https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/2024/09/ekologichnyj-pasport-regionu-2023-rik_compressed.pdf

29. Костюченко, А. Міські легенди України. Одеса: каналізаційне питання (за матеріалами «Слова і Діла»). <https://www.slovoidilo.ua/2017/02/08/infografika/polityka/miski-lehendy-ukrayiny.-odesa-kanalizacijne-pytannya>

30. Балінський, В. “Глибоководний випуск”- екологічні наслідки корупційних дій влади на Одещині. 13.08.24. <https://zeleniy-list.od.ua/glybokovodnyj-vypusk-ekologichni-naslidky-korupczijnyh-dij-vlady/>

31. Moreno, L. 3 companies utilizing water reuse in their operations (2024). Water Technology. <https://www.watertechonline.com/water-reuse/article/55132395/aquacycl-3-companies-utilizing-water-reuse-in-their-operations>

32. Leigh, N. G., & Lee, H. (2019). Sustainable and Resilient Urban Water Systems: The Role of Decentralization and Planning. *Sustainability*, 11(3), 918. <https://doi.org/10.3390/su11030918>

33. Rabaey, K., Vandekerckhove, T., de Walle, A.V., Sedlak, D.L. (2020) The third route: Using extreme decentralization to create resilient urban water systems. *Water Res.*, 185, 116276, ISSN 0043-1354, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116276>.

34. Metcalf & Eddy, Inc. an AECOM Company, Takashi Asano, Franklin Burton, and Harold Leverenz. 2007. Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications. 1st ed. New York: McGRAW-HILL. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071459273>

35. Larsen, T.A. Udert, K.M., Lienert, J. Source Separation and Decentralization for Wastewater Management. Iwa Publishing (2013) <http://library.oapen.org/handle/20.500.12657/24364>

36. ДСТУ ISO 5667-2-2003 «Якість води. Відбір проб. Частина 2. Настанови щодо методів відбирання проб». Затв. Наказом Держспоживстандарту України від 11.06.2003 № 102. Діючий з 01.07.2004. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48495

37. ДСТУ ISO 5667-3-2001 «Якість води. Відбір проб. Частина 3. Настанови щодо зберігання та поводження з пробами» (ISO 5667-3:1994, IDT). Затв. Наказом Держстату України № 658 від 28.12.2001. Чинність докум. відновл. з 07.06.24 до 01.05.2025. Київ: Держстандарт України, 2002. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=54648

38. ДСТУ ISO 5667-10:2005 Якість води. Відбирання проб. Частина 10. Настанови щодо відбирання проб стічних вод (ISO 5667-10:1992, IDT). Затв. Наказом Держспоживстандарту України від 02.09.2053 № 239. Діючий з 01.01.2007. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=52415

39. КНД 211.1.0.009-94 «Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Гідросфера. Відбір проб для визначення складу і властивостей стічних та технологічних вод. Основні положення». Затв. Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України №125 від 28.12.94. Діючий з 01.07.1995. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=53448

40. МВВ № 081/12-0317-06 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань водневого показника (pH) електрометричним методом».

Затв. Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 33 від 02.02.2007. Діючий. Київ, 2007.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76469

41. КНД 211.1.4.039-95 «Метрологічне забезпечення. Методика гравіметричного визначення завислих (суспендованих) речовин в природних і стічних водах». Затв. Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України та ядерної безпеки приказ № 21 від 25.04.1995. Київ, 1995.
https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=110594

42. КНД 211.1.4.042-95 «Методика гравіметричного визначення сухого залишку (розчинених речовин) в природних та стічних водах». Затв. Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України та ядерної безпеки приказ № 21 від 25.04.1995. Київ, 1995. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=110597

43. КНД 211.1.4.021-95. «Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів. Метрологічне забезпечення. Методика визначення хімічного споживання кисню (ХСК) в поверхневих і стічних водах». Затв. та надано чинності Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України № 21 від 25.04.95 р. Чинний з 01.07.95. Київ, 1995. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53450

44. КНД 211.1.4.030-95 «Метрологічне забезпечення. Методика фотометричного визначення амоній-іонів з реагентом Неслера в стічних водах». Міністерство охорони навколишнього природного середовища України та ядерної безпеки. Київ, 1995.

45. КНД 211.1.4.027-95 «Метрологічне забезпечення. Методика фотометричного визначення нітратів з саліциловою кислотою у поверхневих та біологічно очищених водах». Міністерство охорони навколишнього природного середовища України та ядерної безпеки. Київ, 1995.

46. КНД 211.1.4.023-95 «Метрологічне забезпечення. Методика фотометричного визначення нітрит-іонів з реактивом Грісса в поверхневих та очищених стічних водах». Міністерство охорони навколишнього природного середовища України та ядерної безпеки. Київ, 1995. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53451

47. МВВ № 081/12-0175-05 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації заліза загального

фотоколориметричним методом з роданідом». Затв. Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 219 від 21.06.2005. Діючий. Київ, 2005. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76453

48. МВВ № 081/12-0310-06. «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика визначення біохімічного споживання кисню після n днів (БСК) за допомогою оксиметра». Затв. Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 33 від 02.02.2007. Діючий. Київ, 2007. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76471

49. МВВ 081/12-0005-01 «Поверхневі та очищені стічні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації розчинених ортофосфатів фотометричним методом». Затв. та надано чинності Наказом Міністерства екології та природних ресурсів України № 336 від 03.09.02. Діючий. Київ, 2002. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76321

50. КНД 211.1.4.037-95. «Методика меркурометричного визначення хлоридів в поверхневих та стічних водах». К., 1995.

51. МВВ № 081/12-0177-05 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сульфатів титриметричним методом». Затв. Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 219 від 21.06.2005. Діючий. Київ, 2005. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76457

52. МВВ 081/12-0315-06 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації сірководню (сульфідів) фотоколориметричним методом». Затв. Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 33 від 02.02.2007. Діючий. Київ, 2007. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76475

53. МВВ № 081/12-0646-09 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації жирів та масел гравіметричним методом». Затв. та надано чинності Наказом Міністра охорони навколишнього природного середовища України № 54 від 03.02. 2010. Діючий. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76568

54. МВВ № 081/12-0645-09 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації нафтопродуктів гравіметричним методом». Затв. та надано чинності Наказом Міністра охорони навколишнього природного середовища України № 54 від 03.02. 2010. Діючий. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76578

55. КНД 211.1.4.017-95. «Методика екстракційно - фотометричного визначення аніонних поверхнево-активних речовин (АПАР) з метиленовим блакитним у природних та стічних водах». Затв. та надано чинності Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України № 21 від 25.04.95 р. Діючий з 01.07.95. Київ, 1995.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=53449

56. МВВ № 081/12-0119-03 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації летких з паром фенолів з використанням 4-аміноантипірину». Затв. та надано чинності Наказом Міністра охорони навколишнього природного середовища України від 30.06.04 № 257. Діючий. Київ, 2003. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76441

57. МВВ 081/12-0454-07 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації міді атомно-абсорбційним методом (електротермічна атомізація)». Діючий з 01.11.2007. Київ, 2007. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=76524

58. МВВ № 081/12-0455-07 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації кадмію атомно- абсорбційним методом (електротермічна атомізація)». Затв. та надано чинності Наказом Міністра охорони навколишнього природного середовища України № 549 від 01.11.2007. Діючий. Київ, 2007. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76525

59. МВВ № 081/12-0178-05 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації нікелю фотоколориметричним методом». Затв. та надано чинності Наказом Міністра охорони навколишнього природного середовища України № 219 від 21.06.2005. Діючий. Київ, 2005. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76454

60. МВВ № 081/12-0414-07 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації свинцю атомно-абсорбційним методом (полуменева атомізація)». Затв. та надано чинності Наказом Міністра охорони навколишнього природного середовища України № 549 від 01.11.2007. Діючий. Київ, 2007. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76519

61. МВВ № 081/12-0114-03 «Поверхневі, підземні та зворотні води. Методика виконання вимірювань масової концентрації хрому загального, хрому (VI) та хрому (III) екстракційно-фотоколориметричним методом з дифенілкарбазидом». Затв. та надано чинності Наказом Міністра охорони навколишнього природного

середовища України № 257 від 30.06.04. діючий. Київ, 2003.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76440

62. КНД 211.1.4.044-95 «Внутрішньо лабораторний контроль похибок визначень складу проб вод. Методика». Затв. наказом № 21 від 25.04.1995. Діючий.
https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=110599

63. ДСТУ ГОСТ 27384:2005 «Вода. Норми похибки вимірювань показників складу і властивостей» (ГОСТ 27384-2002, IDT). Затв. та надано чинності Наказом Держспоживстандарту України № 356 від 14.12. 2005. Чинний з 01.04.2006. Київ, 2006. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=52796

64. Сухарева О.Ю., Базель Я.Р., Сухарев С.М. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Аналіз природних об'єктів і продуктів харчування». Частина 2 / О.Ю. Сухарева, Я.Р. Базель, С.М. Сухарев – Ужгород, Ужгородський національний університет, 2006. – 50 с. <https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/8874>

65. ДСТУ 7270:2012 «Метрологія. Прилади зважувальні еталонні. Загальні технічні вимоги, порядок та методи атестації». Прийнято та надано чинності: Наказ Мінекономрозвитку України № 1354 від 28.11.2012. Діючий. Київ, Мінекономрозвитку України, 2013. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=54406

66. ГОСТ 14919-83 «Електроплити, електроплитки і жарові електрошафи побутові. Загальні технічні умови». Чинний з 01.07.84
https://dnaop.com/html/71406/doc-%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_14919-83

67. ГОСТ 25336-82 «Посуд і обладнання лабораторне скляне. Типи, основні параметри і розміри». Чинний з 01.01.84. https://dnaop.com/html/75203/doc-%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_25336-82

68. ДСТУ ISO 648:2015 «Посуд лабораторний скляний. Піпетки з однією позначкою» (ISO 648:2008, IDT). Прийнято та надано чинності: Наказ № 207 від 25.12.2015. Чинний з 01.01.2016. Київ, ГП «УкрНИУЦ», 2015.
https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=83746

69. ДСТУ EN ISO 835:2018 «Посуд лабораторний скляний. Піпетки мірні градуйовані» (EN ISO 835:2007, IDT; ISO 835:2007, IDT). Прийнято та надано чинності: Наказ № 501 від 18.12.2018. Чинний з 01.01.2019. Київ, ГП «УкрНИУЦ», 2018.
https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=80548

70. ДСТУ ISO 1042:2005 «Посуд лабораторний скляний. Колби мірні з однією позначкою» (ISO 1042:1998, IDT). Надано чинності: наказ Держспоживстандарту

України № 306 від 21.10. 2005. Чинний з 01.01.2007. Київ, Держспоживстандарт України, 2007. https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=53493

71. ДСТУ EN ISO 385:2018 «Посуд лабораторний скляний. Бюретки» (EN ISO 385:2005, IDT; ISO 385:2005, IDT). Прийнято: Наказ № 501 від от 18.12.2018. Чинний з 01.01.2019. Київ, ГП «УкрНИУЦ», 2018. https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=80547

72. ДСТУ 7274:2012 «Хімічні реактиви. Реактиви, розчини для аналізу та матеріали допоміжні. Методи готування». Прийнято Наказом Мінекономрозвитку України № 1354 від 28.11.2012 . Чинний з 01.03.2013. Київ, Мінекономрозвитку України, 2013. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=54412

73. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз: методичні рекомендації до лабораторних робіт з дисципліни «Аналітична хімія» для студентів нехімічних спеціальностей під час дистанційного навчання / уклад. Н. О. Леонова, О. Ю. Коновалова, О. І. Юрченко. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2020. – 65 с.

74. МВВ № 081/12-0413-07 «Води зворотні, поверхневі, підземні. Методика виконання вимірювань масової концентрації цинку атомно-абсорбційним методом (полуменева атомізація)». Затв. та надано чинності Наказом Міністра охорони навколишнього природного середовища України № 549 від 01.11.2007. Діючий. Київ, 2007. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=76518

75. Золотоверха К.І. Очищення стічних вод ПрАТ «Шполянський завод продуктів»: кваліф. роб. бакал. / К.І. Золотоверха., Київ: НУХТ, 2020. - 89 с. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/44e42e04-e271-4b87-b37b-df8e5afabe32/content>

76. Arjen Van de Walle, Minseok Kim, Md Kawser Alam, Xiaofei Wang, Di Wu, Smruti Ranjan Dash, Korneel Rabaey, Jeonghwan Kim. Greywater reuse as a key enabler for improving urban wastewater management. Environmental Science and Ecotechnology. Volume 16, 2023, 100277, ISSN 2666-4984, <https://doi.org/10.1016/j.ese.2023.100277>

77. Шаповал Є.О. Удосконалення технології очищення води, отриманої із повітря: кваліф. работ. маг. / Є.О. Шаповал., Одеса:ОНАХТ, 2020. – 129 с.

78. Payus, Carolyn & Meng, K.J. (2015). Consumption of rainwater harvesting in terms of water quality. Int. J. of Geomate, Dec., 2015, Vol. 9, No. 2 , pp. 1515-1522. DOI: 10.21660/2015.18.95782

79. Чумахан П.О. Розробка технології збору, очищення та використання дощової води для потреб Одеського національного технологічного університету: кваліф. роб. маг. / П.О. Чумахан. Одеса: ОНТУ, 2023. – 108 с.

80. Kovalenko, O.O, Kormosh, K.Yu. Quality of the water received from air by means of conditioners [Text] /O.O. Kovalenko, K.Yu. Kormosh // Харчова наука і технологія – Т.10. - Вип. №4(2016). – С.42-46.

81. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Затв. Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 13.05.2010.

82 Scott S. Application of Membrane Bioreactor Technology to Wastewater Treatment and Reuse. <https://www.engineering.iastate.edu/~tge/ce421-521/scott.pdf>

83. ZeoTurb: Revolutionizing UK Wastewater Treatment with Bio-Organic Flocculants (2024). <https://genesiswatertech.com/blog-post/zeoturb-revolutionizing-uk-wastewater-treatment-with-bio-organic-flocculants/>

84. Advanced Oxidation Process – Industrial Wastewater (2024). <https://genesiswatertech.com/advanced-oxidation-process-industrial-wastewater/>

85. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.

86. Основи охорони праці: Навч. посіб. / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.– Х.: Факт, 2007. – 480 с.

87. Васійчук В.О., Гончарук В.Є., Качан С.І., Мохняк С.М. Основи цивільного захисту: Навч. посібник / Львів, 2010.- 384 с.

88. Михайлюк В.О., Халмурадов Б.Д. Цивільна безпека: Навч. посібник.– К: Центр учбової літератури, 2008.– 158 с.

89. СНіП 2.09.02-85 «Промислові будівлі».

90. ДБН В.2.5-20-2001 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі і споруди. Газопостачання».

91. Технічний регламент обладнання та захисних систем, призначених для застосування в потенційно вибухонебезпечному середовищі від 08.10.2008 № 898.

92. Технічний регламент з електромагнітної сумісності обладнання від 16.12.2015 №1077.

93. НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок»

94. НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»

95. Технічний регламент засобів вимірювальної техніки від 24.02.2016 №163.
96. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Основні положення проектування».
97. ДБН В.2.5-75:2013 «Каналізація. Основні положення проектування»
98. НПАОП 41.0-1.01-79 «Правила техніки безпеки при експлуатації систем водопостачання та водовідведення населених місць».
99. ДСН 3.36.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».
100. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
101. ДСН 3.3.6.037-99 «Шум. Ультразвук та інфразвук. Загальні положення».
102. ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації».
103. ДБН В.2.5-28-2019 «Природне і штучне освітлення».
104. НПАОП 73.1-1.11-12 «Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях»
105. НПАОП 0.00-2.01-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою Технічний регламент знаків безпеки і захисту здоров'я працівників від 25.11.2009 №1262».
106. Технічний регламент засобів індивідуального захисту від 27.08.2008 № 761.
107. Технічний регламент мийних засобів від 20.08.2008 № 717.
108. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»
109. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці».
110. НПАОП 0.00-7.14-17 «Вимоги безпеки та захисту здоров'я під час використання виробничого обладнання працівниками».
111. ДБН В.1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва»
112. ДБН В.2.5-56:2010 «Системи протипожежного захисту»
113. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 жовтня 2013 р. № 841 "Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру".

114. ДСТУ EN ISO 7010:2019 «Графічні символи кольори та знаки безпеки Зареєстровані знаки безпеки». Прийнято та надано чинності: наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 24 червня 2019 № 174 з 01.07. 2020. https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_en_iso_7010_2019.pdf

115. Заходи з пожежної та вибухонебезпеки. StudFiles. URL: <https://studfile.net/preview/9056630/page:4/> (дата звернення: 30.11.2024).

116. Vochkovskiy, A., & Sapozhnikova, N. Y. (2023). Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» у дипломних роботах (проектах) для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та заочної форми навчання. Unpublished. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16638.66884>.