

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра «Екології, охорони навколишнього середовища
та здорового способу життя»

"Допущено до захисту"
Зав. кафедрою ЕОНСЗСЖ
к.б.н., доцент
Ольга МЕДВЕДЄВА
«_____» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої
освіти

на тему

**« Розробка жировловлювача для очищення стоків
підприємств ресторанного господарства на прикладі
лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ»**

Виконав здобувач вищої освіти
__4__ курсу, групи __ЕО-20__
ОПП «__Екологія__»
спеціальності 101 «Екологія»
Цюцюра П.Г.
«_____» _____ 2024 р.
Керівник роботи
доцент, канд. біолог. наук
Ольга МЕДВЕДЄВА
«_____» _____ 2024 р.
Рецензент _____

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Екології, охорони навколишнього середовища та здорового способу життя
Рівень вищої освіти Бакалавр
Галузь знань 10 Природничі науки
Спеціальність 101 - Екологія
Освітньо-професійна програма Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« » 2024 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА
ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ
ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Цюцюри Поліни Григорівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка жировловлювача для очищення стоків підприємств ресторанного господарства на прикладі лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ»

2. Керівник роботи Медведєва О.В., доцент, к. б. н.

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

3. Строк подання роботи до захисту 31.05.2024 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи. . Метою бакалаврської роботи є підбір та експериментальна перевірка ефективності жировловлювача для очищення стічних вод на підприємствах ресторанного господарства, використовуючи лабораторію ресторанного обслуговування як модель для тестування та оптимізації прототипу.

1) Провести аналіз існуючих технологій та методів очищення стічних вод від жирів на підприємствах ресторанного господарства.

2) Визначити вимоги до жировловлювача для умов підприємств ресторанного господарства.

3) Підібрати конструкцію жироловлювача, який би задовольняв визначеним вимогам.

4) Встановити прототип жироловлювача у лабораторії ресторанного обслуговування та провести експериментальні дослідження ефективності підбраного прототипу.

Визначити економічну доцільність впровадження підбраного жироловлювача на прикладі лабораторії ресторанного господарства ЦНТУ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд інформаційних джерел за обраною темою	17.04.2024 р.	
2	Аналіз кількісного та якісного складу зворотних вод. Виявлення забруднювачів води	25.04.2024 р.	
3	Аналіз сучасних методів очищення зворотних вод від жиру	30.04.2024 р.	
4	Розрахунок матеріального балансу	06.05.2024 р.	
5	Розробка проекту жироловлювача	17.05.2024 р.	
6	Економічна оцінка запропонованих заходів поліпшення якості зворотних вод	20.05.2024 р.	
7	Формулювання висновків	24.05.2024 р.	
8	Оформлення пояснювальної записки	29.05.2024 р.	
9	Оформлення слайдів презентації та доповіді	31.05.2024 р.	
10	Захист кваліфікаційної роботи	28.06.2024 р.	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2024 р.

Підпис керівника

_____ Медведсва О.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2024 р.

Підпис здобувача

_____ Цюцюра П.Г.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

ПБ. Розробка жировловлювача для очищення стоків підприємств ресторанного господарства на прикладі лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ. 101 Екологія. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2024.

У даній кваліфікаційній бакалаврській роботі обґрунтовано застосування жировловлювача для очистки зворотних вод підприємства ресторанного господарства від жировмісних забруднювачів на прикладі лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ.

Метою роботи є зниження негативного впливу на навколишнє середовище за рахунок зменшення концентрації жирів у стічних водах, що надходять у міську каналізацію шляхом їх очищення локальними очисними спорудами.

В процесі виконання поставленої задачі досліджені екологічні проблеми забруднення зворотних вод висококонцентрованими жировміщуючими речовинами. Розроблений проект жировловлювача та здійснено опис всіх його компонентів.

Наведені інструкції підбору та експлуатації жировловлювача.

Результат роботи – підібрано марку жировловлювача у відповідності з заданими параметрами якості очистки зворотних вод перед їх скидом у міську каналізаційну мережу.

Ключові слова: зворотні води, якість води, забруднення, система локальної очистки, жирові забруднення, підприємства ресторанного господарства.

ABSTRACT

Development of a grease trap for wastewater treatment of restaurant enterprises based on the example of the restaurant service laboratory of the National Technical University of Ukraine. 101 Ecology. Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi. 2024.

In this qualifying bachelor's thesis, the use of a grease trap for cleaning the return water of a restaurant enterprise from fat-containing pollutants is substantiated using the example of the restaurant service laboratory of the National Technical University.

The purpose of the work is to reduce the negative impact on the environment by reducing the concentration of fats in wastewater entering the city sewers through their treatment by local treatment facilities.

In the process of fulfilling the given task, ecological problems of return water pollution with highly concentrated fat-containing substances were investigated. The project of the grease trap was developed and a description of all its components was carried out.

Instructions for the selection and operation of the grease trap are provided.

The result of the work - the brand of grease trap was selected in accordance with the specified parameters of the quality of the return water treatment before its discharge into the city sewer network.

Key words: return water, water quality, pollution, local cleaning system, fatty pollution, restaurant enterprises.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	
ВСТУП	
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ЖИРОВМІСНИХ СТОКІВ	
1.1. Літературний огляд у галузі дослідження	
1.2.1. Проблема забруднення жировмісних стоків	
1.2.2. Види забруднень жировмісних стоків залежно від галузі	
1.3. Аналіз методів локального очищення жировмісних стоків	
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАБОРАТОРІЇ РЕСТОРАННОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЦНТУ.....	
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ СТОКІВ ЛАБОРАТОРІЇ РЕСТОРАННОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЦНТУ НА ВМІСТ ЖИРІВ	
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЖИРОВИДАЛЕННЯ	
4.1. Опис технологічного процесу очищення жировмісних стоків	
4.2. Розрахунок матеріального балансу	
4.3. Економічна ефективність запропонованої локальної системи очищення жировмісних стоків	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасному світі проблема забруднення стічними водами виробництв навколишнього середовища набуває все більш масштабного характеру.

Стічні води підприємств, концентрація яких з кожним роком збільшується, все частіше скидаються у міську каналізацію без очищення та створюють постійні засмічення та виходи з ладу каналізаційної системи. І це не найбільша проблема. Такі стічні води впливають на довкілля порушуючи ґрунтовий шар, засмічуючи водні об'єкти і руйнуючи природні екологічні системи [1].

Для підприємств ресторанного господарства характерне велике споживання прісної води, отже вони є джерелами утворення великих обсягів стічних вод. У стічних водах ресторанного господарства містяться високі концентрації органічних забруднень (лактоза, білок та жир). Також такі стічні води можуть бути забруднені неорганічними і синтетичними сполуками. Від профілю та продуктивності підприємства залежать склад та концентрація забруднень стоків.

Метод, обраний для очищення стоків ресторанного господарства, залежить від кількості та характеристик забруднень стоків, а також умов їх скидання, які встановлюються природоохоронними органами та комунальними організаціями водопровідно-каналізаційного господарства. Існуючі вимоги до стоків від підприємств ресторанного господарства зобов'язують підприємства перед скиданням стоків у міську каналізацію піддавати їх локальному очищенню.

Система локального очищення стічних вод, що встановлюються на підприємствах ресторанного господарства, повинні бути простими і надійними в експлуатації, компактними, а також повинні забезпечувати необхідний ступінь очищення стоків [2].

Враховуючи, що на підприємствах ресторанного господарства очисні станції або відсутні або працюють малоефективно, питання організації

ефективного локального очищення стає дуже актуальним.

Мета й завдання дослідження. Метою бакалаврської роботи є підбір та експериментальна перевірка ефективності жировловлювача для очищення стічних вод на підприємствах ресторанного господарства, використовуючи лабораторію ресторанного обслуговування як модель для тестування та оптимізації прототипу.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

5) Провести аналіз існуючих технологій та методів очищення стічних вод від жирів на підприємствах ресторанного господарства.

6) Визначити вимоги до жировловлювача для умов підприємств ресторанного господарства.

7) Підібрати конструкцію жировловлювача, який би задовольняв визначеним вимогам.

8) Встановити прототип жировловлювача у лабораторії ресторанного обслуговування та провести експериментальні дослідження ефективності підбраного прототипу.

9) Визначити економічну доцільність впровадження підбраного жировловлювача на прикладі лабораторії ресторанного господарства ЦНТУ.

Практична цінність отриманих результатів. Практична цінність розробки локальних очисних споруд, зокрема жировловлювачів, для висококонцентрованих жирових забруднень в ресторанному господарстві, є значною з кількох причин:

Ефективне управління забрудненням: Жировловлювачі дозволяють ефективно усувати жирні забруднення зі стоків, що збільшує ефективність очищення та зменшує негативний вплив на каналізаційну систему та водні ресурси.

Зменшення ризику засмічення: Висококонцентровані жири забруднення можуть привести до засмічення та блокування каналізаційних труб, що може призвести до серйозних проблем із санітарією та забрудненням

навколишнього середовища. Використання жироловлівачів допомагає уникнути цих проблем.

Підвищення ефективності очищення: Висококонцентровані жирові забруднення можуть ускладнювати процес очищення стоків. Використання жироловлівачів допомагає попередньо видаляти ці забруднення, що полегшує подальше очищення та підвищує ефективність всієї системи очищення.

Економічна доцільність: Уникнення засмічення та блокування каналізаційних труб може значно зменшити витрати на обслуговування та ремонт каналізаційних систем, що робить використання жироловлівачів економічно вигідним в довгостроковій перспективі.

Отже, розробка та використання локальних очисних споруд, спеціально призначених для висококонцентрованих жирових забруднень, має великий потенціал для поліпшення управління стоками ресторанного господарства, зменшення впливу на навколишнє середовище та економічної вигоди для підприємств є актуальною задачею, яка потребує вирішення у даній кваліфікаційній бакалаврській роботі [3].

Апробація роботи. Результати роботи доповідались на Екологічному форумі «Екологія Кіровоградщини» 17 квітня 2024 р.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ ОЧИЩЕННЯ ЖИРОВМІСНИХ СТОКІВ

1.1. Літературний огляд у галузі дослідження

Для підприємств ресторанного господарства характерна велика кількість різних стічних вод. Найоб'ємніші з них це (технологічні) стічні води від промивання обладнання. Не менш значущими є й побутові стоки з приміщень персоналу, адміністративних приміщень, поверхневі стічні води безпосередньо з території підприємства, технічні води від продування системи оборотного водопостачання.

«Наразі, коли проблема набула більш масштабного характеру, вчені ще більше зайнялися цим питанням. Так у своїй роботі «Очищення стічних вод підприємств із переробки молока» Г.В. Сакаш, А.Ф. Колова, Т.Я. Пазенко розглянули два типи біореакторів для очищення стічних вод підприємств молочної промисловості, їхні переваги та недоліки. В результаті біореактор комбінованого типу виявився ефективнішим за біореактор з плоским навантаженням, оскільки рН обробленої води відповідає вимогам, тоді як воду після другого типу біореактора необхідно підлужувати (для відправлення на аеробну стадію)» [4].

«А.Ф. Алімова та Е.Р. Барієва у своїй роботі «Технологічне рішення щодо вдосконалення системи очищення жировмісних стічних вод» для більш ефективного очищення жировмісних стічних вод запропонували використовувати біопрепарат, що є біологічним деструктором харчових і рослинних олій. Біопрепарат містить консорцію штамів нетоксичних натуральних селективно покращених факультативних анаеробних мікроорганізмів, які завдяки високій секретивній та ферментативній активності забезпечують ефективний гідроліз органорозчинених жирів та твердої жирової маси з подальшим розкладанням простих продуктів шляхом адсорбції до вуглекислоти. Завдяки біопрепарату, можливо, очистити стік від органорозчинених жирів перед скиданням на очисні споруди, утилізувати

твердий жир у жировловлювачі, прочистити жирові засмічення каналізації» [5].

У статті «Аналіз якості очищення стічних вод на підприємстві молочної промисловості» автор В.А. Шатецька пропонує для підвищення якості очищення стічних вод на підприємстві молочної промисловості використовувати мембранний біореактор. Мембранний біологічний реактор поєднує в собі біологічну очистку активним мулом з мембранним фільтруванням. Для поділу очищеної після біологічного очищення води та активного мулу використовують спеціальні мікро- або ультрафільтраційні мембрани. Конструкція мембранного біореактора дозволяє створити високу концентрацію активного мулу, сприяючи підвищенню окисної потужності даного методу очищення через набагато інтенсивніше проходять процесів біологічного очищення »[6].

«У працях Жукова А.І. зазначено, що за наявності у стічних водах жирових залишків у завищених концентраціях виникає проблема експлуатації каналізаційних систем та подальшого очищення стічних вод на спеціальних спорудах. З цієї причини вкрай необхідно очистити стічні води до їх випуску з очисних споруд підприємства, оскільки наступне очищення проводиться міськими системами, що приймають стоки зі строго лімітованими показниками, які з кожним роком посилюються »[7].

1.2.1. Проблема забруднення жировмісних стоків

Проблема забруднення жировмісних стоків підприємствами ресторанного господарства в Україні дійсно існує і варто розглянути з кількох ключових перспектив:

Екологічний аспект: Недооцінка або неправильне управління жировмісними стоками може призвести до забруднення ґрунтів, водойм та підземних вод. Жири та інші забруднювачі можуть мати шкідливий вплив на екосистеми та водні ресурси, загрожуючи біорізноманіттю та здоров'ю людей.

Санітарний стан: Недостатня обробка жировмісних стоків може створити умови для розвитку шкідливих мікроорганізмів та бактерій, що загрожує громадському здоров'ю. Погіршення санітарного стану може також впливати на якість та безпеку харчових продуктів.

Юридичний аспект: Згідно з законодавством України, підприємства ресторанного господарства зобов'язані дотримуватися вимог щодо очищення стоків перед їх відведенням у каналізаційну систему або у водойму. Порушення цих вимог може призвести до адміністративних штрафів та інших санкцій.

Економічні втрати: Недооцінка проблеми забруднення стоків може призвести до збільшення витрат на обслуговування та ремонт каналізаційних систем, а також до втрат репутації підприємства через негативний вплив на навколишнє середовище та санітарний стан.

Отже, вирішення проблеми забруднення жировмісних стоків в Україні вимагає комплексного підходу, включаючи впровадження ефективних технологій очищення, посилення контролю та нагляду з боку влади та підприємств, а також підвищення свідомості про екологічні аспекти управління відходами в ресторанному господарстві.

Питомі показники витрати води та обсягів стічних вод у галузях харчової промисловості наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Середньорічні питомі показники витрати води та обсягів стічних вод у галузях харчової промисловості, млн.м³[8].

Регіон України	Використано води	з неї на:		Відведення стічних вод у поверхневі водні об'єкти		
		побутово-питні потреби	виробничі потреби	усього	зокрема забруднених	із них без очищення
1	2	3	4	5	6	7
Харківська обл.	6,744	0,605	6,139	1,205	0,873	0,622
Закарпатська обл.	0,288	0,022	0,255	0,04	0,027	0,027
Запорізька обл.	2,964	0,210	2,754	0,059	0,042	—

1	2	3	4	5	5	7
Львівська обл.	5,273	0,258	5,015	1,917	0,009	–
Миколаївська обл.	3,558	0,223	3,238	0,112	–	–
Одеська обл.	1,210	0,466	2,034	0,852	0,158	0,359
Полтавська обл.	8,173	5,299	3,813	1,139	–	–
Рівненська обл.	0,676	0,064	0,612	0,083	0,079	–
Сумська обл.	1,442	0,238	1,204	0,219	0,071	0,148
Тернопільська обл.	1,481	0,083	1,398	0,438	0,024	0,016
Хмельницька обл.	3,793	0,526	3,237	1,555	–	–
Черкаська обл.	4,1	0,762	3,338	1,174	–	1,078
Чернігівська обл.	4,296	0,318	3,835	1,783	–	–
Всього по Україні	35,83	9,074	36,872	10,57	1,283	2,25

Як видно з наведених даних у таблиці, навіть для підприємств, які мають власні локальні очисні споруди, очистити всі стоки практично неможливо. Це зумовлено великими обсягами водоспоживання та водовідведення відповідно.

Частка забруднених вод до загального обсягу стічних вод, що скидаються, становить близько 77%. «Забруднюючі речовини, що знаходяться в стічних водах, дуже різні за своїм складом, обсягами освіти, агрегатним станом і характером впливу на навколишнє середовище. Їх можна грубо розділити на дві основні групи - мінеральні з домішками піску глини або завислих речовин та органічні з вмістом залишків жирів, білків або зеленої маси» [9].

«Стоки підприємств, що містять залишки рослинного та тваринного походження, погано фільтруються, швидко закисають, загнивають, виділяючи сильні неприємні запахи, підвищена концентрація їх викликає незворотне забруднення довкілля, загрожуючи здоров'ю людей. При скиданні таких неочищених стічних вод у водоймища погіршуються властивості води, оскільки знижується вміст у ній кисню, що веде за певних умов загибелі риб і планктону» [10].

Найбільш характерними для діяльності підприємств харчової промисловості видами забруднюючих речовин, що скидаються зі стічними водами у водоймища, є зважені речовини, жир, загальний та амонійний азот, хлориди, важкі метали, СПАР, нафтопродукти та ін.

Вплив забруднень характеризується ступенем забрудненості, що визначається низкою фізико-хімічних показників. Основні з них – хімічне та біохімічне споживання кисню, вміст завислих речовин, активна реакція середовища та ін.

«Стокові води харчової промисловості займають серед стоків інших виробництв одне з перших місць за обсягом та концентрацією забруднень. Харчова промисловість займає перше місце з витрат води на одиницю своєї продукції, у своїй вони мають високий рівень забрудненості і становлять велику небезпеку для довкілля»[11].

На основі дослідження та оцінки стану промислових стічних вод харчової промисловості визначено перелік основних підприємств, при роботі яких утворюється найбільша кількість жирової маси, одним із основних джерел забруднення служать підприємства ресторанного господарства [12].

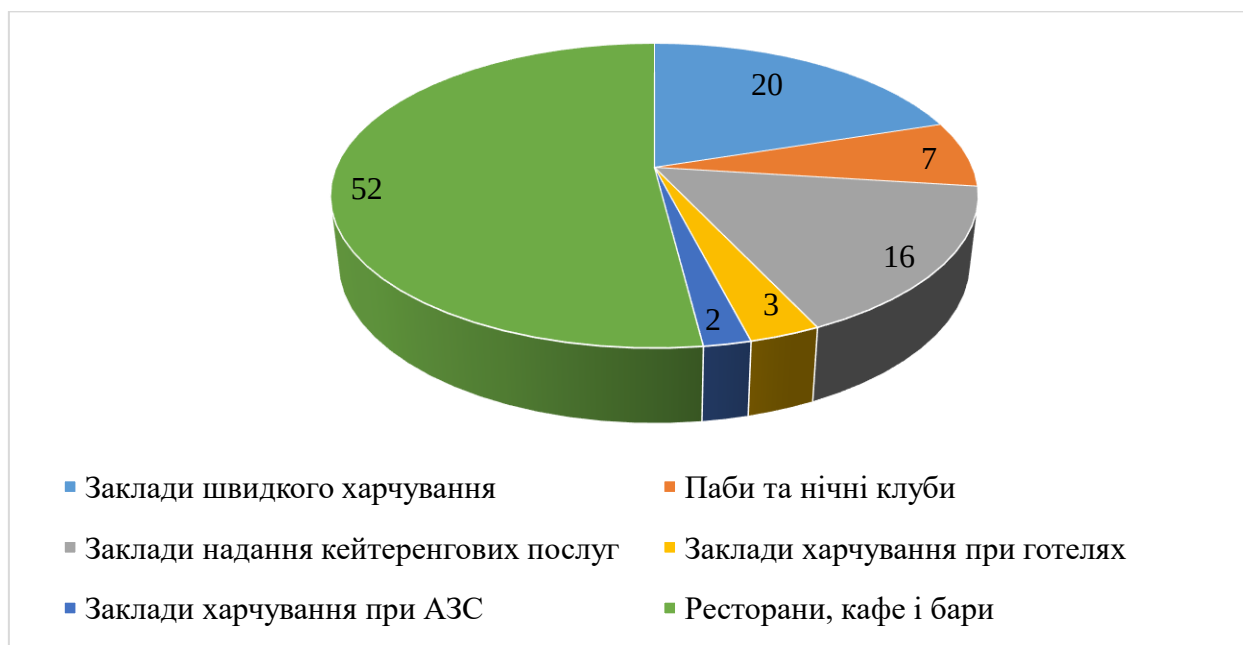


Рис. 1.1. Структура закладів ресторанного господарства в Україні

Жири та жирні кислоти, що забруднюють стоки підприємств харчової промисловості, загрожують каналізаційним системам. Вони накопичуються на

стінках труб і затримують проходження стічної води. Миючі засоби, що використовуються підприємством, не здатні повною мірою розчинити жири і жирні кислоти, що направляються в каналізаційну систему. У разі закупорки жирами трубопроводу підприємство має призупинити виробництво на досить тривалий термін чищення або ремонту трубопроводу.

Повністю запобігти підприємству від таких наслідків забезпечить спеціальний пристрій – жировловлювач. Дані агрегати здатні працювати при температурі навколишнього середовища від $+5-10^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ і при температурі стічної води до 70°C [13].

1.2.2. Види забруднень жировмісних стоків залежно від галузі

У всіх галузях харчової промисловості визначено показники основних видів забруднень стічних вод. Значення показників (питомих) забруднень стічних вод розроблялися для аналізу стану впливу підприємств на довкілля, шкоди, яку він завдає, а також для обґрунтування необхідності капітальних вкладень у водогосподарські об'єкти з урахуванням екологічних вимог [14].

Склад стоків підприємств залежить від виду виробництва та характеризується усередненими даними, поданими у таблиці 2.

Стічні води з перевищеними ГДК показниками не можуть спрямовуватися в систему каналізації або природні водойми без попереднього очищення. Надходження стоків з перевищеними показниками можуть призвести до порушення кисневого режиму або зміни мікрофлори в природних водоймах або спричинити корозію колекторів у системі каналізації.

З таблиці можна дійти невтішного висновку, що рН стічних вод і сухий залишок молочних підприємств майже завжди перебувають у допустимому ГДК діапазоні. Зважені речовини перевищують допустимі концентрації у 800 разів. За хімічним показником кисню показники перевищені у 100 разів, за біохімічним показником кисню у 500 разів. Вміст жирових відходів перевищує ГДК у 4 рази.

Таблиця 2 – Склад стоків підприємств

Нормативні показники	рН	Завислі речовини, мг/л	ХПК, мг/л	БПК ₅ , мгО ₂ /л	Сухий залишок, мг/дм ³	Вміст жиру,мг/дм ³
ГДС	6,0-9,0	0,25-0,75	15-30	2-4	1000-1500	0,5-50 мг/дм ³
Підприємство						
Виробництво цукру	6-9	1200-2600	4900	1400-3600	1500	-
Виробництво дріжджів	6,8	1900	1800	1500	2000	-
Пивоварні	6,9	2650	2000-6000	1500-4000	3000	-
Спиртзаводи	4	32000-45000	20000-48000	15500-29900	3000	-
Виробництво крохмалю	7,2	600-4700	100-2520	300-1300	1000	-
Плодоовочеві підприємства	4	20-1800	440-2690	350-2175	300	-
М'ясопереробні підприємства	6,5-7,5	410-12000	1800-12500	650-5100	1000	120
Виробництво морозива	6 -11	8000	6000	4000	440	100

Якщо ж робити висновок щодо всіх підприємств, то молокопереробні підприємства не є найбільшим джерелом жировмісних стоків, але завдають своєї шкоди міській каналізаційній системі. Для того щоб зрозуміти наскільки великий відсоток вмісту стічних вод молокозаводів провели аналіз підприємств, при переробці яких утворюється найбільша кількість жирової маси спираючись на дані наявні в інтернеті.

1.3. Аналіз методів локального очищення жировмісних стоків

Існує велика кількість методів очищення стічних вод. Їх можна розділити на механічний, хімічний, фізико – хімічний, біологічний та термічний, що представлено малюнку 2.

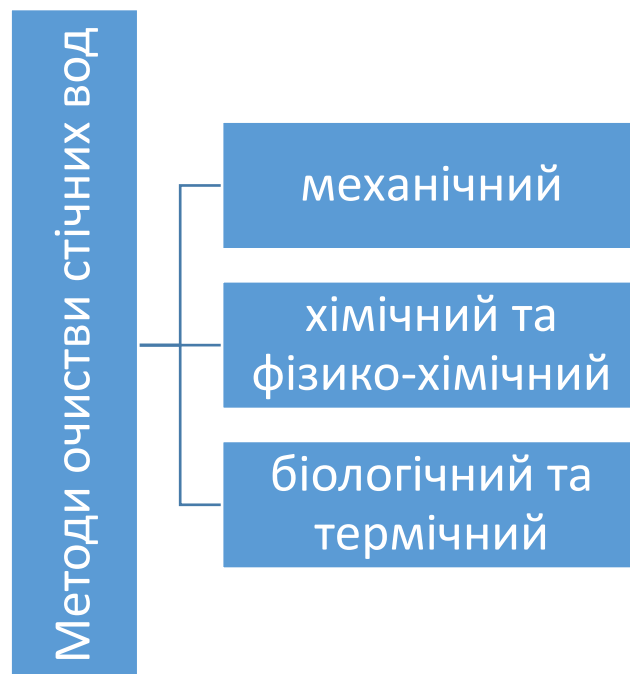


Рис. 1.2. – Методи очистки стічних вод підприємств ресторанного господарства

Кожен з методів можна використовувати як самостійний або комбінувати і використовувати як систему.

У процесі очищення стічних вод утворюються опади, які зазнають знешкодження, знезараження, зневоднення, сушіння. Якщо за умовами скидання стічних вод у водойму потрібно більш високий ступінь очищення, то після споруд повного біологічного очищення стічних вод влаштовують споруди глибокого очищення. Відповідно до «Водним кодексом», стічні води після

очищення перед скиданням у водоймище піддають знезараження з метою знищення патогенних мікроорганізмів [15].

Механічний метод очищення стічних вод призначений для очищення стоків від великодисперсних нерозчинних домішок. Апаратами механічного очищення є фільтри і решітки різних конструкцій, що вловлюють великі забруднюючі речовини і відстійники, що облягають плаваючі домішки [16].

Спорудження механічного очищення стічних вод є попередньою стадією перед біологічним очищенням. При механічному очищенні міських стічних вод вдається затримати до 60% завислих частинок і до 90 - 95% нерозчинених грубодисперсних елементів.

Ще одним методом очищення є хімічний метод. Хімічні способи очищення стоків ґрунтуються на застосуванні хімічної взаємодії між різними сполуками та елементами. Реагенти підбирають за результатами хімічного аналізу води. Дані речовини вступають у хімічні реакції із забруднювачами та розкладають їх. Очищення хімічним методом є ефективним, але екологічно не безпечним. При зниженні концентрації нерозчинних домішок у стоках у яких потрапляють хімічні елементи несприятливо які впливають докільця здоров'я людини [17].

Якщо правильно підібрати реагенти, з води видалятимуться лише зайві домішки, а потрібні нікуди не подінуться. Тобто вода залишиться "живою". Хімічні методи очищення у комплексі з механічною фільтрацією – основа автономного водопостачання на виробництві.

Фізико-хімічний метод очищення міських стічних вод з урахуванням техніко-економічних показників використовують дуже рідко. Цей метод переважно застосовують для очищення виробничих стічних вод. Ця обробка передбачає видалення зі стічних вод тонкодисперсних і розчинених у них неорганічних речовин, руйнування важкоокислюваних та органічних сполук» [9]. «Біологічний метод очищення стічних вод ґрунтується на життєдіяльності мікроорганізмів, які мінералізують розчинені органічні сполуки, що є для мікроорганізмів джерелами живлення. Споруди біологічної очистки умовно можуть бути поділені на два види. До першого виду відносяться споруди, в яких процес біологічної очистки протікає в умовах, близьких до природних (поля

фільтрації та біологічні ставки). У спорудах іншого типу аналогічне очищення здійснюється в штучно створених умовах - в аеротенках та біофільтрах [18].

Термічний метод включає процеси випарювання або виморожування в спеціальних апаратах з наступною стадією виділеннях сухих речовин. Такий спосіб очищення використовується для мінералізованих стоків.

Для вибору методу очищення стічних вод та розробки технологічної системи очищення необхідно розглянути характеристики підприємства, наприклад, склад вихідного продукту, обсяги стоків, необхідний ступінь очищення та розрахувати економічну ефективність для даної технології. При виборі споруд для очищення стічних вод підприємства необхідно звертати увагу на технічні умови підприємства:

- Наявність вже наявного обладнання для очищення стоків,
- Місце для модернізації нової установки.
- Необхідний ступінь очищення для скидання стоків у міську каналізацію.

Очищення промислових стічних вод відбувається з використання їх у системах оборотного, послідовного чи замкнутого водопостачання, забезпечення умов прийому у міські системи водовідведення чи скидання у водні об'єкти [19]. Стічні води харчової промисловості містять велику кількість органічних речовин, діяльність яких пов'язана з виробництвом продуктів харчування, неминуче у своїй виробничій діяльності стикаються з проблемою утилізації жирових відходів. Залежно від масштабу виробництва добовий обсяг видаленої у відходи жирової маси може становити від кількох кілограмів за кілька тонн [20].

Жировмісні стічні води з перевищеними показниками ГДС повинні неодмінно піддаватися очищенню. Ґрунтуючись на хімічний аналіз стоків підприємства молочної промисловості можна дійти невтішного висновку, що пріоритетними забруднювачами є жири. На сьогоднішній день для очищення стічних вод молокозаводів прийнято встановлювати технологічні системи механічного методу очищення з вмістом жиру, що спливає на поверхню води.

Висновки до розділу 1

1. Частка підприємств харчової промисловості становить 11% по Кіровоградській області та 8% по м. Кропивницькому, ці значення переконують у необхідності дослідження якісного складу стоків та їх вплив на навколишнє середовище цієї галузі.

2. На підставі якісного аналізу стоків підприємств ресторанного господарства виявлено пріоритетні забруднюючі речовини для кожної галузевої спеціалізації.

3. Виходячи з наявності токсичних речовин у стоках підприємств ресторанного господарства, виявлено гостру потребу встановлювати локальні системи очищення на всіх підприємствах такого типу.

4. Технологічні методи очищення сильнозабруднених стічних вод на підприємствах ресторанного господарства, що застосовуються, не є високоефективними, а найчастіше вони навіть не забезпечують ступінь очищення необхідний для скидання стоків у міську систему каналізації.

Таким чином, екологічні проблеми очищення стічних вод харчової промисловості не вирішені та вимагають подальшого вивчення. Зважаючи на те, що на більшості підприємств харчової промисловості локальні очисні споруди відсутні або працюють малоефективно, питання організації ефективного локального очищення стає дуже актуальним [21].

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАБОРАТОРІЇ РЕСТОРАННОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЦНТУ

Характеристика лабораторії ресторанного обслуговування Центральноукраїнського національного технічного університету (ЦНТУ) може включати наступні аспекти:

Загальна інформація

Назва лабораторії: Лабораторія ресторанного обслуговування

Заклад: Центральноукраїнський національний технічний університет (ЦНТУ)

Місце знаходження: м. Кропивницький, Україна

Основні цілі та завдання

Освітня мета: Забезпечення студентів практичними навичками та теоретичними знаннями в сфері ресторанного обслуговування.

Дослідницька мета: Проведення наукових досліджень та впровадження нових технологій в ресторанній справі.

Практична мета: Надання можливості студентам отримати практичний досвід, організовуючи та проводячи заходи у рамках навчального процесу.

Обладнання та ресурси

Кухонне обладнання: Професійні плити, печі, міксери, холодильники, посудомийні машини.

Інвентар: Набір професійного посуду та кухонного приладдя.

Обладнання для обслуговування: Барні стійки, кавомашини, апарати для приготування коктейлів.

Навчальні матеріали: Методичні посібники, підручники, електронні ресурси.

Навчальний процес

Практичні заняття: Включають підготовку та подачу страв, організацію банкетів, обслуговування гостей.

Лекції та семінари: Покривають теми з менеджменту в ресторанному бізнесі, санітарії та гігієни, техніки обслуговування.

Майстер-класи: Залучення професійних кухарів та менеджерів ресторанного бізнесу для проведення практичних майстер-класів.

Стажування: Можливості для студентів пройти стажування в ресторанах та готелях для закріплення отриманих знань на практиці.

Науково-дослідницька діяльність

Проекти: Розробка нових методик обслуговування, впровадження інновацій в меню та сервіруванні.

Конференції та семінари: Організація та участь у наукових заходах з метою обміну досвідом та знаннями з іншими закладами та фахівцями галузі.

Партнерство та співпраця

Місцеві ресторани та готелі: Співпраця з бізнесом для організації стажувань та практичних занять.

Інші навчальні заклади: Обмін досвідом та методичними матеріалами з іншими університетами та коледжами.

Лабораторія ресторанного обслуговування ЦНТУ є важливим освітнім та дослідницьким центром, який готує висококваліфікованих фахівців у сфері ресторанного бізнесу. Завдяки сучасному обладнанню, практичній спрямованості навчання та активній науковій діяльності, лабораторія сприяє розвитку ресторанної індустрії в регіоні та країні в цілому.

Розрахувати кількість стічних вод, що утворюються від одного виду виробленої продукції на підприємстві, практично неможливо, але є дані утворення стічних вод на підприємстві в цілому:

$\approx 0,8 \text{ м}^3$ стічних вод утворюється на підприємстві на добу (7 мийок) та $\approx 315 \text{ г}$ жиру міститься в 1 м^3 , а отже це близько 9,45 кг жирів на місяць.

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ СТОКІВ ЛАБОРАТОРІЇ РЕСТОРАННОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЦНТУ НА ВМІСТ ЖИРІВ

Методика відбору проб води з жировловлювача для визначення жирів

Жировловлювачі, також відомі як жирові пастки, є пристроями, що використовуються для відокремлення жирів, олій та твердих часток від стічних вод, переважно в закладах громадського харчування та харчовій промисловості. Відбір проб води з жировловлювача є важливим для оцінки ефективності пристрою і забезпечення відповідності нормативним вимогам. Правильна методика відбору проб забезпечує достовірність результатів аналізу вмісту жирів.

1. Підготовка до відбору проб

1.1. Обладнання та матеріали

- **Контейнери для проб:** Скляні або пластикові ємності з герметичними кришками, об'ємом не менше 1 літра. Бажано використовувати скляні ємності для запобігання адсорбції жирів на стінках.
- **Пробовідбірники:** Спеціальні пробовідбірники або насоси для відбору проб з жировловлювачів, які можуть включати трубки для відбору проб на різних глибинах.
- **Мірні циліндри та воронки:** Для переливання та змішування проб.
- **Консерванти:** Якщо пробу неможливо проаналізувати протягом 24 годин, можуть бути використані консерванти, такі як кислоти (наприклад, сірчана кислота).
- **Маркери та етикетки:** Для чіткого маркування контейнерів з пробами (інформація про місце, час і умови відбору).
- **Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ):** Рукавички, захисні окуляри та спецодяг для забезпечення безпеки під час відбору проб.

1.2. Підготовка посудин

- **Очищення:** Контейнери мають бути чистими і сухими. Перед використанням їх слід промити розчином, що не містить жирів, а потім кілька разів обполіскати дистильованою водою.

- **Контроль чистоти:** Контейнери зберігаються закритими до моменту використання, щоб запобігти контамінації.

2. Відбір проб

2.1. Вибір місць відбору проб

- **Вхідний потік:** Відбір проб стічних вод, що надходять до жиловловлювача. Це дозволяє оцінити початкову концентрацію жирів.

- **Розподіл всередині жиловловлювача:** Проби відбираються з різних рівнів всередині жиловловлювача, щоб оцінити ефективність розподілу та відділення жирів.

- **Вихідний потік:** Відбір проб очищеної води на виході з жиловловлювача для оцінки ефективності видалення жирів.

2.2. Техніка відбору проб

- **Проби з поверхні:**
 - Занурити контейнер у воду поверхневим шаром, де збираються жири. Слід дотримуватися обережності, щоб не підняти осад або не змішати різні шари води.

- **Глибокі проби:**
 - Використовувати пробовідбірник або трубку для відбору проб на різних глибинах всередині жиловловлювача. Це дозволяє отримати репрезентативний зразок з усього об'єму води.

- Важливо забезпечити стабільне положення трубки, щоб уникнути перемішування шарів води.

- **Вихідні проби:**
 - Проби беруть з точки на виході з жиловловлювача. Відбирають воду після основного процесу відділення, щоб оцінити остаточний вміст жирів.

2.3. Відбір змішаних проб

- **Композитні проби:**
 - Для оцінки середньої концентрації жирів за певний період або для більш репрезентативного аналізу, відбирають кілька проб у різний час або з різних точок жиловловлювача.

- Ці проби змішують у пропорціях, що відповідають реальному потоку стічних вод.

3. Транспортування проб

- **Герметичне закриття:** Проби повинні бути герметично закриті та марковані одразу після відбору.
- **Охолодження:** Проби транспортуються у темних, охолоджених контейнерах (при температурі 4°C) для запобігання біохімічним реакціям.
- **Відсутність трясіння:** Уникайте різких рухів і трясіння під час транспортування, щоб не спричинити перемішування шарів води.

4. Зберігання проб

- **Холодильне зберігання:** Проби зберігаються в холодильнику при температурі 4°C.
- **Час зберігання:** Без додавання консервантів проби повинні бути проаналізовані протягом 24 годин.
- **Консервація:** З додаванням консервантів зберігання можливе до 7 діб, але аналізи слід проводити якнайшвидше.

5. Аналіз і контроль якості

5.1. Контроль якості

- **Порожні проби:** Відбір контрольних "порожніх" проб (заповнених дистильованою водою) для перевірки чистоти обладнання та запобігання контамінації.
- **Повторюваність:** Відбір кількох проб з однієї точки для оцінки повторюваності результатів.
- **Калібрування обладнання:** Перед кожним відбором проб перевіряється і калібрується все обладнання.

5.2. Документація

- **Журнал відбору проб:** Всі дані про відбір (місце, час, умови, тип проби) документуються у журналі або електронній системі.
- **Відхилення від процедури:** Фіксуються будь-які відхилення від стандартної методики або спеціальні умови відбору.

6. Особливі умови відбору

- **Висококонцентровані жирові пастки:** Для жировловлювачів з високою концентрацією жирів можуть вимагатися спеціальні пробовідбірники або методи для запобігання швидкому осадженню та забезпечення рівномірності проб.

- **Агресивні середовища:** Якщо у стічних водах присутні агресивні хімічні речовини, слід забезпечити використання стійкого до них обладнання.

Рекомендації

- **Безпека:** Використовуйте ЗІЗ для захисту від можливого контакту з небезпечними речовинами.

- **Чистота:** Слідкуйте за чистотою обладнання і контейнерів, щоб уникнути контамінації проб.

- **Точність:** Дотримуйтеся встановлених процедур і документуйте всі етапи відбору проб, щоб забезпечити достовірність і повторюваність результатів.

Дотримання цієї методики забезпечить точний і надійний аналіз вмісту жирів у воді з жировловлювачів, що дозволить контролювати і оптимізувати їхню роботу та забезпечувати відповідність екологічним стандартам.

Для визначення використовують методику вимірювання масової концентрації жирів у поверхневих та стічних водах гравіметричним методом.

«Пробу води об'ємом 100 см³ поміщають у ділильну вирву. Аналізований розчин повинен мати рН>2, проба має рН=7,3. Перед екстракцією до нього вводять 1,50 г хлориду натрію. Поділ шарів після екстракції проходив добре. Екстрагентом служив петролейний ефір. Екстракцію проводиться 3 рази (час проведення екстракції 1-2 хвилини): порціями перший раз – 20 мл, другий і третій – 10 см³ органічного розчинника, обмиваючи їм стінки всіх застосовуваних скляних судин: ділильної лійки, склянки, в якій була проба. Екстракти об'єднують і сушать прожареним сірчаноокислим натрієм близько 30 хвилин » [22]; «Після екстракт переносять у мірну колбу місткістю 100 см³, сірчаноокислий натрій промивають трьома порціями по 3 см³ петролейного ефіру, які приєднують до екстракту. Доводять об'єм розчином до мітки у мірній колбі петролейним ефіром та перемішують. Відбирають аліквотну порцію екстракту, переносять її в попередньо зважений бюкс (82,5338 г) і обережно видаляють

органічний розчинник нагріванням на водяній бані, а в кінці при 100-105 °С в сушильній шафі, після чого зважують бюкс (82,535) [22].

РОЗДІЛ 4

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ТЕСТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЖИРОВИДАЛЕННЯ

4.1. Опис технологічного процесу очищення жиромісних стоків

Для вибору найкращої технології очищення вод підприємства ресторанного господарства провели патентний пошук.

Об'єктом дослідження є жируловлювач для видалення жирів та зниження їх концентрації до ГДК. Досліджувана тема індексується згідно з міжнародною патентною класифікацією (МПК) за наступними класами: C02F 3/12, C02F 3/30, C02F 3/34, C02F 101/16, C02F 101/30, C02F 3/02, C02F 3/12, C02F 3/02, C11B 13/00, C02 C12N 11/02, C02F 3/34, C11B 3/00, C11D 13/00.

При обробці даних патентного пошуку розроблено технологічні рішення для даної випускної роботи. На основі властивостей патентів було обрано механічний метод очищення стічних вод, що містять жир, в лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ (див. рис. 4.1).

Накопичення жиромісних стічних вод відбувається в первинній ємності. Далі за допомогою насоса стоки потрапляють на очисні споруди, зокрема на жируловлювач. У процесі подачі стоків на жируловлювач відбувається дозування та подача лугу в технологічну лінію.

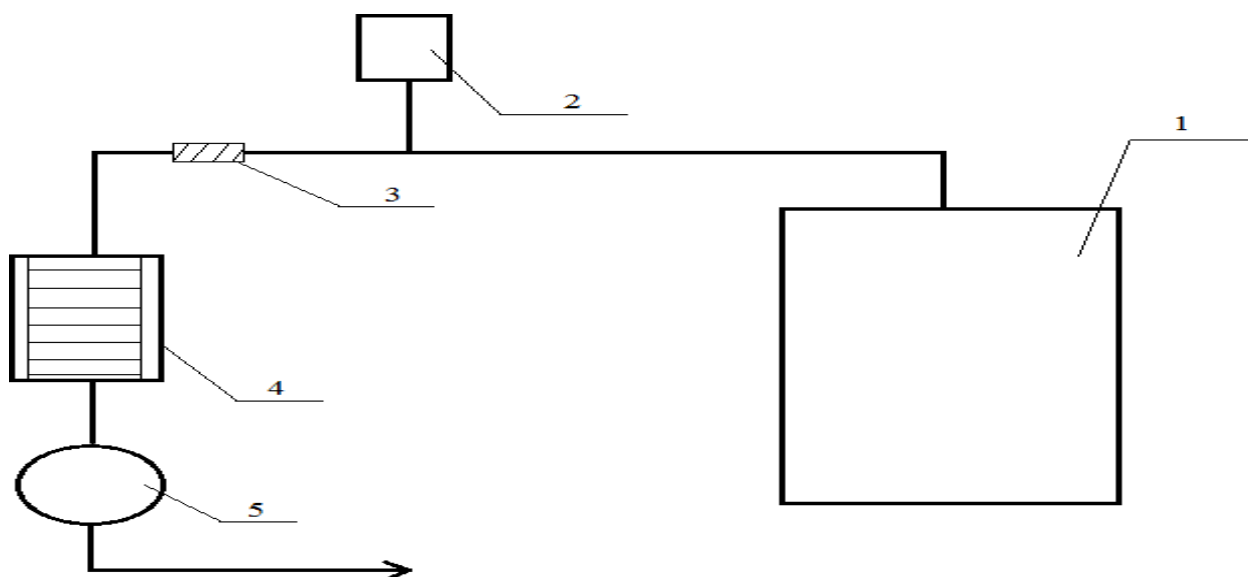


Рис. 4.1. – Технологічна схема очищення стічних вод лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ: 1 – Первинна ємність; 2 – Реагентне господарство (луг); 3 – Гідрозмішувач; 4 - Жируловлювач; 5 – Проміжна

ємність.

Пройшовши очищення жировловлювачем стоки самопливом надходять у перехідну ємність, звідки поступово зливаються в систему каналізації. Шлам після роботи жировловлювача збирається з поверхні резервуару і вивозиться спеціальними машинами на підприємства, що переробляють жиромісну масу у вторинну сировину. На основі патентного пошуку вибираємо жировловлювач з великим обсягом продуктивності придатної для підприємства. Патент №UA 177037 коалесцентний сепаратор марки СЖ 0.5-0.09.

Перевагою даного жируловлювача є високий рівень очищення, що дозволяє скидати очищені води в комунальні системи водовідведення без ризику забруднення навколишнього середовища (див. табл. 4.1).

Таблиця – Характеристики жируловлювача марки СЖ 0.5-0.09.

Параметри	Значення
Продуктивність, л/год	До 500
Висота до вх/вих патрубків, мм	305/285
Діаметр патрубків, мм	50
Продуктивність приймального відділення, л/с	0,125-0,145
Розміри робочої камери (Д×Ш×В), мм	550х500х395
Об'єм, л	90

Жировловлювач СЖ 0.5-0.09 – це пристрій, який призначений очищати стічні води від жирів різного походження (рослинного та тваринного), що надходять від підприємств харчової промисловості. Жировловлювач є герметичною ємністю, що складається з трьох камер. Корпус сепаратора жиру складається із харчового пластику з кришкою.

Ретельно розрахована система перегородок і переливів усередині жируловлювача якісно відокремлює жир з вхідного стоку і утримує його. Плівка жиру, що утворюється на поверхні завдяки гравітаційному відстою стоку, уловлює коалесцентний фільтр, який забезпечує високий рівень поділу (сепарування) нестійких водожирових емульсій та утримання жиру на поверхні жировловлювача.

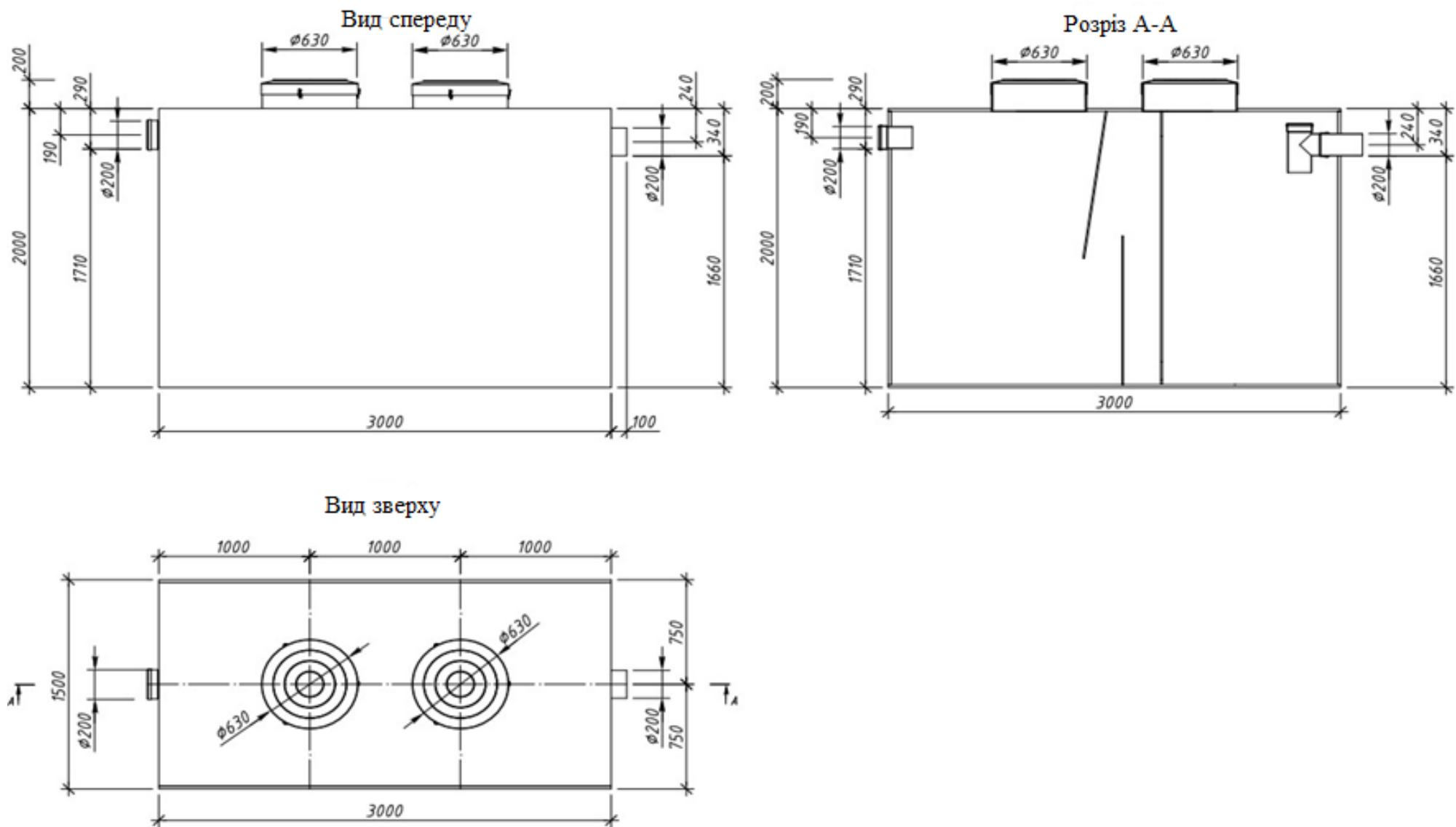


Рис. 4.2. Креслення жирословлювача марки СЖ 0.5-0.09

«Сепаратор поділяє – будь-які нестійкі емульсії будь-якого речовинного і концентраційного складу, зокрема, водожирові емульсії, завжди гарантується чистота поділу складових емульсії до 99%» (див. рис. 4.3) [23].



Рис. 4.3. Схема очистки стічних вод від жирів

Після очищення жировловлювачем концентрація жиру стає нижчою за норми ГДК і коливається в діапазоні 5 – 20 мг/л, такі концентрації дозволяють скидати стоки в систему каналізації без наслідків для каналізаційної системи та навколишнього середовища.

Вміст води у відокремленому жирі коливається в межах від 0,1 до 2,0% і, як правило, не перевищує 1%.

Питома ефективність сепаратора водожирових емульсій СЖ 0.5-0.09 дуже висока. Шар жиру необхідної товщини утворюється в коалесцентному сепараторі СЖ 0.5-0.09 у процесі поточної роботи. Відокремлений у сепараторі жир у міру накопичення у жирозбірнику необхідно видаляти. Після коалесцентного сепаратора очищені від жиру стічні води самотпливом подаються у каналізацію. На дні сепаратора накопичуються знежирені зважені речовини, що надходять разом з ХБСВ, гідравлічна крупність яких перевищує величину в 3-5 мм/сек.

Зважені речовини, що відокремилися в сепараторі, необхідно видаляти в міру накопичення. Невеликі моделі і моделі, не оснащені сигналізацією рівня жиру, необхідно візуально контролювати на наявність накопичень зважених

речовин. Моделі, не оснащені вентилями для змиву жиру та штуцерами для відкачування жиру, спорожняються вручну або за допомогою асенізаційної служби через колодязь обслуговування.

У жировловлювачі передбачені аварійні переливи, що дозволяють у разі перевищення продуктивності і при великих залпових скиданнях виключити затоплення обладнання та розлив стоку з жировловлювача.

Для жировловлювача СЖ 0.5-0.09 передбачена можливість монтажу поза приміщеннями для економії внутрішнього простору.

Конструкція сепаратора - самонесучий резервуар із міцного пластику. Міцність корпусу забезпечується застосуванням пластику, який має дуже високі характеристики міцності, і наявністю внутрішніх технологічних перегородок. Термін служби корпусу понад 50 років.

Жировловлювач СЖ 0.5-0.09 має вхідний отвір для приєднання каналізації, при монтажі вхідний патрубок приєднується та герметизується. Цей жировловлювач встановлюється в котлован на рівне по горизонталі дно таким чином, щоб між стінками сепаратора і укосами котловану була відстань не менше 25 см з кожного боку, а кришка знаходилася на 0,2 м вище за рівень землі. Ґрунт і місце установки повинно бути сплановано таким чином, щоб під час дощу або паводку кришка сепаратора знаходилася вище рівня дощової або паводкової води.

«При установці системи, позначку кришки щодо рівня землі, необхідно спланувати з урахуванням можливого подальшого планування та підсилення ґрунту на ділянці (наприклад, проведення ландшафтних робіт на ділянці). При монтажі у звичайних ґрунтах (пісок, супісок, суглинок, глина) достатня установка на щільний материковий ґрунт із застосуванням анкерних елементів, що перешкоджають випадковому спливанню при очищенні сепаратора. Замість анкерних елементів можна використовувати бетонну основу, до якої необхідно прикріпити сепаратор, так само як і до анкерних елементів. При встановленні за допомогою анкерних елементів, необхідно зробити підсипку піщаним утрамбованим шаром завтовшки 100 мм із

додаванням цементу 1/5. Крен при монтажі сепаратора неприпустимий. Сепаратор монтується по горизонтальному рівню. Висота рівня ґрунтових вод для експлуатації сепаратора значення не має. Після встановлення сепаратора на дно котловану, його необхідно відразу заповнити водою з одночасною відсипкою суміші піску і цементу в пропорції 1/5. При заглибленні сепаратора більш ніж 0,5 м, рекомендується замінити піщано цементну суміш бетоном» [24]. Щоб запобігти промерзанню сепаратора, необхідно утеплювати верхню частину сепаратора доступними утеплювачами, призначеними для роботи в ґрунті [25-31].

4.2. Розрахунок матеріального балансу

Вихідні дані:

$$G_1 = 0,8 \text{ м}^3/\text{добу}$$

$$C_{\text{жиров}} = 315 \text{ г/м}^3 = 315 \text{ мг/дм}^3$$

$$\Gamma D C_{\text{жиров}} = 50 \text{ мг/дм}^3$$

Розрахункова частина:

1. Розрахунок середньо годинної продуктивності:

$$G'_1 = \frac{G_1}{24} = 0,033 \text{ м}^3/\text{год}$$

2. Визначення маси стоків:

$$m_{\text{стоків}} = G'_1 \times \rho_{\text{води}} = 0,033 \times 1 = 0,033 \text{ кг.}$$

3. Розрахунок маси жирів за одиницю часу:

$$m_{\text{жирів/год}} = G'_1 \times C_{\text{жирів}} = 0,033 \times 315 = 0,0104 \text{ кг/год.}$$

4. Розрахунок маси жирів після очищення жировловлювачем:

$$G_2 = m_{\text{жирів/год}} \times \eta' = 0,0104 \times 0,05 = 0,00052 \text{ кг/год.}$$

де η' – ефективність жировловлювача.

5. Розрахунок концентрації жирів у стічних водах після очищення жировловлювачем:

$$C_{\text{жпжв}} = G_2 / G'_1 \times 1000000 = 0,00052 / 0,033 \times 1000000 = 15750 \text{ мг/дм}^3.$$

6. Розрахунок маси стічних вод до очищення жировловлювачем:

$$M = m_{\text{стоків}} + m_{\text{жирів/год}} = 0,033 + 0,0104 = 0,0434 \text{ кг.}$$

7. Розрахунок маси стоків після очищення жировловлювачем:

$$G_3 = M - G_2 = 0,0434 - 0,00052 = 0,04288 \text{ кг.}$$

Таблиця 4.2 – Матеріальний баланс

$m_{\text{води до очистки}}$	0,033	$m_{\text{води після очистки}}$	0,04288
$m_{\text{жиру до очистки}}$	0,0104	$m_{\text{жиру після очистки}}$	0,00052
Всього:		0,0434	

Грунтуючись на результати матеріального балансу, можна дійти висновку, що після очищення жировловителем вміст жирів у стічних водах лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ відповідає нормам ГДС.

4.3. Економічна ефективність запропонованої локальної системи очищення жировмісних стоків

Для того, щоб визначити, наскільки ефективна установка жировловлювача на підприємстві необхідно розрахувати суму, що виплачується підприємством за спуск стічних вод з перевищенням вмісту жирів та вартість системи очищення стічних вод та її встановлення.

Вихідні дані:

Вміст жирів у стічних водах молочної промисловості = 315 г/м³

Обсяг стічних вод на добу в лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ = 0,8 м³/добу

Ціна жировловлювача СЖ 0.5-0.09 = 5808 грн.

Вартість установки жировловлювача СЖ 0.5-0.09 = 1258,0 грн. Вага жировловлювача СЖ 0.5-0.09 = 125 кг

Вартість однієї відкачування жирів з жировловлювача = 1000 грн за 1 м³
Кількість робочих днів підприємства на рік = 302 дні

ГДС жирів для скидання їх у міську систему каналізації = 50 ГДК
Фіксована ставка за скидання стоків у систему каналізації = 20,76 грн/м³

Розрахункова частина:

1. Розрахунок вартості скидання стоків у міську систему каналізації без очисних споруд:

$$П = (ФК - ГДС) \times ГДС \times a \times V = (315 - 50) \times 50 \times 20,76 \times 0,8 = 220056,0 \text{ грн (8)}$$

де ФК - вміст жирів у стічних водах лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ;

ГДСК – ГДС жирів для скидання в міську систему каналізації;

a – фіксована ставка за скид стоків у систему каналізації;

V – обсяг стічних вод за добу для лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ.

220056,0 грн така сума виплачується підприємством молочної промисловості на рік за скидання неочищених стічних вод в міську систему каналізації. До цієї суми можна додати штраф у розмірі 250 000 грн приблизно 1 раз на рік за пікове скидання жировмісних стічних вод.

2. Розрахунок витрат підприємства на рік за скидання стічних вод з урахуванням штрафів:

$$А = П + Ш = 220056 + 250000 = 470056,0 \text{ грн / рік}$$

де Ш - штраф за піковий скидання жировмісних стічних вод перевищують ГДС.

3. Розрахунок вартості установки локальної системи очищення жировмісних стічних вод:

$$G = F + S + D = 5808,0 + 1258,0 + 927,2 = 7993,2 \text{ грн}$$

де F - ціна жировловлювача СЖ 0.5-0.09;

S – вартість установки жировловлювача;

D – доставка жировловлювача з Києва (виходячи з максимального обсягу жировловлювача – 0,09 м³ та вартості доставки залежно від відстані).

4. Розрахунок обсягу жиру на утилізацію після очищення жировловлювачем:

$$V_{ж/доба} = V \cdot ФК = 0,8 \times 315 = 252 \text{ г/доба} = 0,252 \text{ кг/доба}$$

$$V_{ж/рік} = V_{ж/доба} \times T = 0,252 \times 302 = 0,076 \text{ т/рік}$$

де T – кількість робочих днів лабораторії на рік.

5. Розрахунок вартості відкачування жиру з жировловлювача на рік: $1\tau = 2,7 \text{ м}^3 / \text{рік}$

$$V_{\text{ж}}/\text{рік}(\text{м}^3/\text{рік})=0,076\times 2,7=0,205 \text{ м}^3/\text{рік}$$

$$S = V_{\text{ж}} / \text{рік} (\text{м}^3 / \text{рік}) \times C = 0,205 \times 1000 = 205,48 \text{ грн.}$$

де С - Вартість однієї відкачування жирів з жировловлювача.

6. Розрахунок окупності установки локальної системи очищення для лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ:

$$A-(G+S)=220056,0-(7993,2 +1258,0)=210804,8 \text{ грн.}$$

Виходячи з цього розрахунок можна дійти висновку, що встановлення даної системи очищення економічно ефективна. Термін служби жировловлювача 50 років, а на окупність потрібно менше року.

Висновки до розділу

У розділі чотири розглянуто об'єкт дослідження – лабораторія ресторанного обслуговування ЦНТУ, її розташування, види продукції і основні завдання на даний момент часу.

Проведено патентний пошук існуючих систем очищення жировмісних стоків і відповідного під нашу систему очищення стоків обладнання.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі було розглянуто проблему забруднення стічних вод лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ жировими сполуками. Проблема обраної теми дослідження стає дедалі актуальнішою. Відсутність власних очисних споруд у багатьох підприємств ресторанного господарства, збільшує антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище і нерідко призводить до збоїв у міських каналізаційних системах.

1. В роботі було проведено якісний аналіз стічних вод та виведено види пріоритетних забруднювачів залежно від збільшення об'ємів ресторанного господарства.

2. У ході роботи було розроблено локальну систему очищення для лабораторії ресторанного обслуговування ЦНТУ та підібрано обладнання для очищення від жирів марки СЖ 0.5-0.09.

3. Після підрахунку матеріального балансу виявили, що стічні води, очищені на цій установці, не перевищують гранично допустимі концентрації. А розрахунок економічної ефективності показав, що встановлення окупиться менше, ніж за рік. Як наслідок запропонована установка допоможе за мінімальних витрат отримати максимальний ресурсозберігаючий ефект, який розрахований з урахуванням обсягів споживання та спуску води на даному підприємстві. Після впровадження локальних очисних споруд концентрація жирів у стічних водах знизиться і знизяться економічні витрати підприємства.

Таким чином можна зробити висновок, що поставлені цілі та завдання були досягнуті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Dindaş G.B. at. et. Sequential Treatment of Food Industry Wastewater by ElectroFenton and Electrocoagulation Processes. *International Journal of Electrochemical Science*. 2018. №13 (12). pp. 12349-12359.
2. Dryabina S.S. at. et. Treatment of Fat-Containing Wastewater Using Binary Flocculant Mixtures Based on Chitosan and Quaternary Salt of Poly (2-dimethylamino) ethyl Methacrylate. *Journal of Polymers and the Environment*. 2019. №27(7). pp. 1595-1601.
3. Бондар С.М., Чабанова О.Б., Чабанова А.А. Дослідження мембранного процесу очищення стічних вод олійножирової промисловості. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2015. Т. 17. №4(64). С. 23-27.
4. Вашкурак У. Ю. Використання кавітаційних технологій для очищення стічних вод пивоварні. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. 2017. С. 267–273.
5. Andronov V. A. Research of the regularities of forming and chemical composition of sewage water of a dairy processing company. *Technogenic and ecological safety*. 2020. №1/6(79). pp. 4–12.
6. Aitbara A. Continuous treatment of industrial dairy effluent by electrocoagulation using aluminum electrodes. *Desalination and Water Treatment*. 2016. Vol.57, №8. pp. 3395–3404.
7. Терновська, О.І. Очистка промислових стоків підприємств по переробці тваринницької продукції від жиру. *Комунальне господарство міст*. 2015. Вип. 124. С. 39–42.
8. Уberman В., Васьковець Л. Проблеми імплементації базових європейських екологічних понять у водне законодавство України. *Юридичний вісник*, № 1, 2020, С. 237-245 DOI: <https://doi.org/10.32837/yuv.v0i1.16>.
9. Mohammed C., Lahsaini, S., Souabi S., Bahlaoui M., Amame J. Removal of wastewater soaps by coagulation flocculation process. *Journal of Colloid Science and Biotechnology*, 2016, 5, pp. 212-217. DOI:10.1166/jcsb.

2016.1148.

10. Пилипенко О. Розвиток харчової промисловості України. *Наукові праці НУХТ*. 2017. Т. 23. № 3. С. 15–25.

11. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод. Навчальний посібник. Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня». 2003. 616 с.

12. Природоохоронні технології. Ч.2 : Методи очищення стічних вод / Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І.: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2014. 254 с.

13. Гулевський В.Б . Проблеми очищення стічних вод. Матеріали І Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції пам'яті В.В. Овчарова «Сучасний стан та перспективи розвитку електротехнічних систем» (20 травня – 04 червня 2020 року). Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 82-83.

14. Штепа В. Обґрунтування алгоритму експериментально аналітичних досліджень режимів електротехнічної очистки стічних вод агропромислових об'єктів з метою побудови енергоефективних систем управління. *Енергетика і автоматика*. 2014. № 2. С. 62–71.

15. Механічне очищення міських стічних вод: навч.- метод. посіб. для здобувачів вищої освіти спеціальностей 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (професійного спрямування «Водопостачання та водовідведення») та 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів / Г.М. Смірнова, В. Ю. Сорокіна, О.Г. Ісакієва, О.Г. Гайдучок. Харків: ХНУБА, 2019. 64 с.

16. Василенко О.А., Епоян С.М., Смірнова Г.М., Корінько І.В., Василенко Л.О., Айрапетян Т.С. Водовідведення та очистка стічних вод міста: Навчальний посібник. Київ–Харків, КНУБА, ХНУБА, ТОВ Ексклюзив, 2012. 540 с.

17. Гапон Ю. К., Трегубов Д. Г., Чиркіна М. А. Застосування електрохімічних технологій для очищення стічних вод від небезпечних хімічних речовин / XIV Міжнародної науково-методичної конференції, 149 Міжнародної наукової конференції Європейської Асоціації наук з безпеки

(EAS) «БЕЗПЕКА ЛЮДИНИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ». НТУ "ХПІ". 2022. С.134-135.

18. Хая, П.С.; Бабатунде, Ф. Б.; Йосип, К.Б. Ефект очищення процесу хімічної коагуляції в стічних водах пивоварень Південної Африки: порівняння поліамінних та алюмінієво-хлоргідратних коагулянтів. Порівняння поліамінових та алюмінієво-хлоргідратних коагулянтів. *Вода* 2022, 14, pp. 2495.

19. Дхарупаді, С.П.; Санна, К. Н.; Маллікарджуна, Н.; Какарла, Р. Р.; Шям, С.С.; Теджрадх М.А. Мембранне розділення потенційних нових забруднювачів. *Вересень Purif. Technol.* 2019, 210, pp. 850–866.

20. Конрадт, Н.; Кулен, Дж.Г.; Ронс, Х.-П.; Шмітт, Б.; Фішер, У.; Біндер, Т.; Шумахер, В.; Вагнер, К.; Кампхаузен, С.; Мюллер, У.; та ін. Видалення слідів органічних забруднень шляхом паралельної роботи зворотного осмосу та гранульованого активованого вугілля для очищення питної води. *Мембрани* 2021, 11, pp. 33.

21. Сараванан, А.; Дейваянай, В.К.; Сентіл Кумар, П.; Рангасамі, Г.; Хемаваті, Р. В.; Харшана, Т.; Гаятрі, Н.; Алагумалай, К. Детальний огляд передового процесу окислення при очищенні стічних вод: механізм, проблеми та перспективи на майбутнє. *Хемосфера* 2022, 308, pp. 136524.

22. Нідхіш, П.В.; Ганію, С.О.; Мартінес-Уїтле, К.А.; Муссет, Е.; Ольвера-Варгас, Х.; Треллу, К.; Чжоу, М.; Отуран, М.А. Останні досягнення в електро-фентоновому процесі та його нові застосування. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 2023 p., 53, pp. 887–913.

23. Бу, Ж.; Лю, Х.; Лін, К. Фентон посилений реагентами надкритичне окислення стічних вод, що виділяються при виробництві 3-гідроксипіридину. *РСЦ Адв.* 2019, 9, pp. 29317–29326.

24. Мяо, С.; Гао, Х.; Ся, Х.; Мао, Х.; Чжан, Л.; Ши, М.; Чжан, Ю. Прискорена деградація стічних вод азобарвника за допомогою нової Z-схеми CoFeN-g-C₃N₄ Гетероперехідний фотокаталізатор з відмінним перенесенням заряду при опроміненні видимим світлом. *Далтон Транс.* 2022, 51, pp. 17192–

17202.

25. Аріта, С.; Агустіна, Т.Є.; Ільмі, Н.; Пранаджая, В.Д.В.; Гаятрі Р. Очищення лабораторних стічних вод з використанням реагенту Фентона та комбінації коагуляції-адсорбції як попереднього очищення. *J. Ecol. Eng.* 2022 р., 23, pp. 8210–8220.

26. Чень, Ю.; Чен, Ю.; Гуань, Х. Швидка обробка біооброблених стічних вод з біообробленим фарбуванням та фінішними стічними водами з інтервалами другого масштабу: кінетика за допомогою техніки зупиненого потоку та застосування на повномасштабному заводі. *Зв'язок. Цієнт.* 2019 р., 9, pp. 9689.

27. Voytsikhovska A. Adsorption of polluted effluent on natural sorbent. *Process Integration and Modeling Chromatography Processes. Research and application of new technologies in wastewater treatment and municipal solid waste disposal in Ukraine, Sweden and Poland.* 2009. С. 93–95.

28. Решетняк Л. Небезпека висококонцентрованих стічних вод молокопереробних підприємств. Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 19-20 квітня 2018 р. С. 195 – 198.

29. Шестопапов О.В., Гетта О.С., Рикусова Н.І. Сучасні методи очищення стічних вод харчової промисловості. *Екологічні науки.* 2019. №2(25). С. 20-27.

30. Гівлюд А.М., Сабадаш В.В., Гумницький Я.М. Обґрунтування можливості використання природного цеоліту для очищення стічних вод молокозаводів. *Вісник ЛДУ БЖД. Збірник наукових праць.* 2015. №12. С. 185-190.

31. Булавенко Р.В., Степова О.В., Рома В.В. Доочищення стічних вод підприємств харчової промисловості за допомогою споруд біоплато. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2012. №4. С. 145-148.