

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

ННІ Холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. Мартиновського В. С.

Кафедра екології, води та природоохоронних технологій.

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 101 «Екологія»

Освітня програма Екологічний контроль і аудит



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

**на тему “Удосконалення технології фізико-хімічного очищення стічних
них вод харчової промисловості”**

Здобувачки Коровіної А. О.

Керівник доцент Гаркович О. Л.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____, протокол № ____.

Завідувач кафедри ЕВтаПТ _____ **Олексій ГАРКОВИЧ**

(Підпис)

Одеса - 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ННІ Холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. Мартиновського В. С.
Кафедра Екології, води та природоохоронних технологій
Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 101 «Екологія»
Освітня програма Екологічний контроль і аудит

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри
к-т біол. наук, доц.

_____ **О.Л. Гаркович**

“ ____ ” _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

_____ Коровіної Анни

1. Тема роботи Удосконалення технології фізико-хімічного очищення стічних вод харчової промисловості”

Затверджена наказом ОНТУ від 13.06.2024 наказ № 249-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 29.11.2024

3. Вихідні дані роботи Мета роботи полягає у теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці ефективності очищення забруднень стічних вод молокопереробного підприємства фізико-хімічними методами

4. Перелік питань, які потрібно розробити експериментальне дослідження динаміки адсорбції, характеристика стічних вод молокопереробної промисловості

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначення обов'язкових креслень) таблиці та схеми, що відображають хід виконання випускної кваліфікаційної роботи.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Загальна характеристика, джерела забруднення та способи очищення стічних вод	Гаркович О.Л. ,к.б.н, Доц.	02.09.	30.09
2. Характеристика об'єктів та методів дослідження	Гаркович О.Л. ,к.б.н, Доц.	30.09.	16.10
3. Експериментальна перевірка можливості застосування технології адсорбції для очищення стічних вод	Гаркович О.Л. ,к.б.н, Доц.	16.10.	18.11
4. Охорона праці	Гаркович О.Л. ,к.б.н, Доц.	18.11..	22.11
5. Цивільний захист	Гаркович О.Л. ,к.б.н, Доц.	22.11..	26.11

7. Дата видачі завдання 02.09.2024 р.

Керівник Олексій ГАРКОВИЧ

Завдання прийняв до виконання Анна КОРОВІНА

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

з/п	Назва етапів випускного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна характеристика, джерела забруднення та способи очищення стічних вод	30.09.24	
2	Характеристика об'єктів та методів дослідження	16.11.24	
3	Експериментальна перевірка можливості застосування технології адсорбції для очищення стічних вод	20.11.24	
4	Охорона праці	26.11.24	
5	Цивільний захист	29.11.24	

Здобувач-дипломник Анна КОРОВІНА

Керівник роботи Олексій ГАРКОВИЧ

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-дипломник Анна КОРОВІНА

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до випускної кваліфікаційної роботи: стор. – 69, рис. – 5, табл. – 18, формули – 2, література – 43.

Перелік ключових слів: фізико-хімічні властивості, адсорбційні властивості, адсорбенти, стічні води, молочна промисловість.

Тема: Удосконалення технології фізико-хімічного очищення стічних вод харчової промисловості

Об'єкт дослідження: стічні води молокопереробного підприємства.

Предмет дослідження: адсорбція стічних вод.

Мета роботи: Теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність очищення забруднень стічних вод молокопереробного підприємства фізико-хімічними методами.

Завдання роботи: дослідити очищення стічних вод молокопереробного підприємства адсорбційним методом.

Кваліфікаційна робота магістра складається з таких розділів:

Розділ 1. Подана характеристика стічних вод молокопереробної промисловості. Наведені способи очищення стічних вод та метод адсорбції.

Розділ 2. Охарактеризовані методи дослідження та адсорбенти.

Розділ 3. Експериментально перевірені процеси очищення стічних вод молокопереробного підприємства за застосуванням адсорбційного методу.

Розділ 4. Наведені правила безпеки та обов'язкові вимоги до роботи працівників.

Розділ 5. Розглянуто поняття захисту населення та території у разі надзвичайної ситуації.

ЗМІСТ

	Сторінки
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ТА СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	9
1.1. Характеристика стічних вод молокопереробної промисловості..	9
1.2. Способи очищення стічних вод молокопереробної промисловості.....	18
1.3. Метод адсорбції та використовувані адсорбенти	26
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	33
2.1. Методика визначення рН середовища.....	33
2.2. Метод визначення хімічного споживання кисню (ХСК).....	34
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ АДСОРБЦІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД.....	36
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	44
4.1. Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих речовин.....	45
4.2. Вимоги до охорони праці при організації робочого місця працівника.....	48
4.3. Забезпечення нормативних значень показників мікроклімату і чистоти повітря.....	49
4.4. Освітлення робочого місця, заходи для забезпечення нормованих показників освітлення.....	50
4.5. Заходи і засоби для забезпечення нормативних значень шуму та вібрації.....	50
4.6. Забезпечення пожежовибухової безпеки.....	51
4.7. Заходи і засоби для захисту працюючих від ураження електричним струмом.....	52
Розділ 5. Цивільний захист.....	55
5.1. Правові основи ЦЗ на проєктованому підприємстві	55
5.2. Організація ЦЗ на проєктованому підприємстві Обов'язки суб'єктів господарювання у сфері ЦЗ.....	59
5.3. Документи з цивільного захисту на підприємстві.....	60
Висновки.....	62
Список використаних літературних джерел.....	64

ВСТУП

Актуальність теми. Харчова промисловість важлива у наш час, адже вона виготовляє продукти харчування необхідні для нашої життєдіяльності і нормального функціонування організму. Але наше суспільство частіше всього рідко піклується про наслідки спричинені роботою харчових виробництв, хоча вони досить серйозні. Харчова промисловість наносить серйозну шкоду навколишньому середовищу, особливо молочна, м'ясна, рибна, консервна і т.д. Ці виробництва містять у своїх викидах велику кількість органічних решток, які споживають мікроорганізми для своєї життєдіяльності. Більшість із них спричиняють гниття, бродіння і утворення неприємного запаху. До відходів виробництва відносяться і стічні води (СВ), які також містять велику кількість органічних решток і являється кращим субстратом для розмноження мікроорганізмів, так як поживні речовини знаходяться у рідині.

Стічні води (СВ) харчової промисловості по забрудненнях відносяться до висококонцентрованих. Під час обробки рослинної і тваринної сировини в стічних водах накопичуються численні органічні речовини. Найбільш забрудненими є СВ спиртової, м'ясної та цукрової промисловості. Стоки дріжджового, молочного та пивоварного виробництв становлять не менший ризик для водойм. Це відбувається через їхнє розташування переважно в міських районах, що веде до скидання стічних вод в міську каналізаційну систему. Вважається, що це визначає підхід до очищення стічних вод міських підприємств, тому питання будівництва очисних споруд для харчових виробництв у містах менш актуальне, ніж для підприємств за межами міст. Проте, аналіз екологічного стану міст свідчить про неефективну роботу практично всіх міських очисних споруд. Їх продуктивність не відповідає обсягам стічних вод, що надходять у зв'язку з промисловим розвитком. Крім того, стічні води харчових підприємств не

відповідають нормам каналізації за концентрацією забруднень. Допустима концентрація хімічного споживання кисню (ХСК) становить 300-500 мг О₂/л. Жодне харчове підприємство не відповідає цьому показнику. Таким чином, випуск стічних вод у каналізаційну систему являє собою серйозне порушення встановлених норм та правил.

Таким чином, дотепер основна увага приділялася технології очищення СВ спиртової, м'ясної та частково цукрової промисловості. Останнім часом приділяється увага розробці методів очищення СВ інших харчових виробництв.

Проте, проблема утилізації стічних вод (СВ) залишається невирішеною у всіх галузях промисловості. Протягом тривалого часу підприємства харчової промисловості здійснювали скидання СВ за межі виробничих територій, на поля фільтрації, а комунальні підприємства – у каналізаційну систему, порушуючи експлуатаційні норми міських очисних споруд. Це призводить до негативного впливу на екологічну ситуацію.

Актуальною екологічною проблемою в Україні є очищення промислових стоків, особливо стічних вод підприємств харчової промисловості. Поточний стан справ, що характеризується промисловою переробкою сільськогосподарської сировини без врахування екологічних аспектів, призводить до забруднення водних ресурсів, атмосфери та ґрунтів, знижуючи родючість земель. Часто поблизу молокопереробних, цукрових, спиртових, дріжджових, м'ясопереробних та інших підприємств утворюються забруднені території, що є наслідком недостатньо ефективної системи очищення промислових стоків.

Мета роботи: Теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність очищення забруднень стічних вод молокопереробного підприємства фізико-хімічними методами.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено такі завдання:

- проаналізувати методи очищення стічних вод молокопереробного підприємства;

- обґрунтувати можливість застосування адсорбції за використання адсорбера;

- експериментально перевірити ефективність адсорбції за використанням такого адсорбента, як активоване вугілля;

- оцінити рівень очищення вод адсорбційним методом.

Об'єкт дослідження: стічні води молокопереробного підприємства.

Предмет дослідження: адсорбція стічних вод.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ТА СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

1.1. Характеристика стічних вод молокопереробної промисловості

Стічні води є системою комунальних та промислових стоків міст, що включають побутові, виробничі та дощові води з вулиць, промислових майданчиків та різних типів забудови, які після використання відводяться до каналізаційної системи [1]. Стічні води молочної промисловості класифікуються на чотири категорії: виробничі, господарсько-побутові, теплообмінні та дощові [1,3].

Співвідношення об'ємів та склад цих водних потоків варіюються залежно від конкретного підприємства та пори року, при цьому максимальне забруднення спостерігається в літній період (табл. 1.1).

1. Стічні води виробництва характеризуються значним рівнем забруднення, що зумовлено технологічними процесами, а також миттям ємностей та прибиранням.

При раціональному використанні ресурсів і відсутності скидання побічних продуктів у каналізаційну систему, навантаження за БСК₅ варіюється в межах 500-2000 мг О₂/дм³.

2. Господарсько-побутові стічні води становлять основну частину загального обсягу стічних вод. Їх навантаження визначається кількістю працівників та населення поблизу підприємства, а також рівнем забезпечення санітарно-побутовим обладнанням, що відображається у показнику БСК₅, який становить в середньому 400 мг О₂/дм³.

3. Стічні води з теплообмінного обладнання належать до категорії умовно чистих. Після охолодження молочного обладнання, а саме: пастеризаторів, охолоджувачів, резервуарів, а також та холодильних установок, з незначним рівнем забруднення, їх спрямовують у резервуар для оборотних вод. Частина цієї води використовується для миття приміщень, а

інша частина скидається в каналізацію. Навантаження теплообмінних вод за БСК5 складає близько 20 мг O₂/дм³.

4. Дощові стоки утворюються через випадання атмосферних опадів, які, проходячи крізь атмосферу, поглинають пил, гази та продукти неповного згоряння палива. Ступінь їх забруднення визначається станом території підприємства, типом покрівлі, видом та інтенсивністю руху транспорту, рівнем забруднення повітря, а також інтенсивністю та тривалістю дощу.

5. Навантаження за біохімічним споживанням кисню (БСК5) становить від 30 до 100 мг O₂/дм³ [1, 3, 5].

Таблиця 1.1 – Коротка характеристика стічних вод на виробництвах харчових промисловостей у літній період [10].

Підприємства	Одиниці продукції	Кількість стічних вод на одиницю продукції (м ³ /т)	БСК _{повне} , (мг O ₂ /л)	Тип забруднення
М'ясокомбінати	1 тонна м'яса	45	1500-1600	протеїни, жири
Підприємства по екстракції олії	1 тонна олії	2,5	1610	жири
Заводи з виготовлення згущеного і сухого молока	1 тонна продукції	3.1	100	протеїни, вуглеводи
Підприємства з виготовлення сирів	1 тонна сиру	4,4	2350	протеїни, жири

Заводи з виготовлення дріжджів	1 тонна дріжджів	22	14300	Орг. Та мінеральні сполуки
Крохмально-паточні заводи	1 тонна крохмалю	90	1990	вуглеводи
Молокозаводи	1 тонна молока	4.0	1000	протеїн, жири
Фабрики з виготовлення цукрів	1 тонна цукру	2,1	3100-7550	вуглеводи, протеїни, сапоніни
Заводи з виготовлення спирту	1 тонна спирту	45	5100	Орг. Кислоти та спирти
Заводи з виготовлення консервації	1000 у. банок	3.5	1500	протеїн, жири

Залежно від конфігурації каналізаційної системи, стічні води транспортуються або до окремого водоймища, або до єдиного колектора, або до декількох. В уніфікованій системі стічної каналізації промислові, побутові, змивні та теплообмінні води об'єднуються в єдиному каналізаційному водоводі та спрямовуються до найближчого водоймища. У роздільній системі каналізації промислові та побутові води скидаються спільно, а змивні води, у тому числі теплообмінні, направляються окремо. Промислові стічні води молочних підприємств належать до категорії стоків з органічними забрудненнями (табл. 1.2). Забруднення цих вод переважно складаються з органічних речовин у вигляді водних розчинів та колоїдних суспензій. Більш повна інформація, щодо стічних вод молочних виробництв виробництва наведена нижче в таблиці 1.3.

Стічні води підприємств молочної промисловості (нового типу) відзначаються підвищеним рівнем забруднення. Зокрема, підприємства, які

спеціалізуються на виробництві згущеної молочної сироватки та морозива, мають показники, що наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.2 – Склад стічних вод молочних підприємств [1-3]

Склад, (мг/дм ³)	Підприємства		
	Завод по виготовленню згущеного і сухого молока	Міські Молокозаводи	Завод з виготовлення сирів
рН	6,8-7,4	6,5-8,5	6,2-7,0
Зважені речовини	345	345	До 600
Азот (N) загальний	48	65	85
Фосфор	6	7	15
Жири	До 100	До 100	До 100
Хлориди	145	145	210
Біохімічне споживання кисню (повна)	1000	1100	2300

Таблиця 1.3 – Показники стічних вод на підприємствах молочного виробництва [7].

Тип забруднення СВ	Значення показників забруднення стічних вод			
	Маслозавод	Міські молочні заводи		Комбінати з молочно- консервної продукції
рН	5,9	$\frac{6,13-11,92}{9,0}$	$\frac{4,4-8,6}{6,4}$	-
Завислі речовини, мг/дм ³	2860	$\frac{30-1204}{366}$	$\frac{494-3069}{902}$	438-600

Хімічна потреба кисню, мг/дм ³	5304	$\frac{164 - 10547}{2569}$	$\frac{687 - 10270}{5650}$	1150-2240
Біохімічне споживання кисню _{повн} , мг/дм ³	-	-	-	920-1870
Біохімічна потреба кисню ₅ , мг/дм ³	3126	$\frac{115 - 6245}{1723}$	$\frac{410 - 5893}{3559}$	890-1440
Жири, иг/дм ³	-	$\frac{18 - 131}{82}$	-	-
Азот амонійний, мг/дм ³	9,11	$\frac{0,8 - 50}{12,5}$	$\frac{95 - 262}{113}$	25-39
Нітриди (N), мг/дм ³	2,23	-	Відс.	Відс.
Нітрати (N), мг/дм ³	56,3	-	Відс.	Відс
Фосфати (P), мг/дм ³	-	$\frac{2,2 - 39}{13}$	-	-

Стічні води підприємств молочної промисловості, як і інших харчових виробництв, характеризуються високими показниками БСК та ХСК, максимальними – для сирних та маслоробних заводів, а також значними коливаннями рівня рН протягом доби, підвищенням концентрації жирів та сполук азоту, зумовленими особливостями технологічного процесу промивання обладнання. Використання мийних розчинів та гарячої води для очищення обладнання призводить до високих температур стічних вод (18-32°C). Застосування сучасних СІР-технологій (Cleaning in Place), що

передбачає інтенсивне використання лужних реагентів, може спричинити підвищення рівня рН у стічних водах до 11 у пікові години роботи молокопереробних підприємств.

Таблиця 1.4 – Показники стічних вод заводів по виготовленню морозива і згущеної сироватки.

Показники забруднення стічних вод	Значення показників забруднення стічних вод	
	По виготовленню згущеної сироватки	По виготовленню морозива
рН	6-9	6,0-11,0
Завислі речовини	2265 мг/дм ³	8000 мг/дм ³
Хімічна потреба кисню	1735 мг/дм ³	6000 мг/дм ³
Біохімічне споживання кисню ₅	1446 мг/дм ³	-
Азот (N) загальний	48,3 мг/дм ³	-
Фосфати	6,8 мг/дм ³	-
Загального фосфору	-	30 мг/дм ³
Жири	62,39 мг/дм ³	2500 мг/дм ³
СПАР	-	2 мг/дм ³
Біохімічне споживання кисню (повна)	-	4400 мг/дм ³
Азот амонійний (NH ₄ ⁺)	-	13 мг/дм ³

Зокрема, споживання каустичної соди становить 0,2-0,9 кг/т перероблюваного молока при виробництві молока та йогуртів, 0,4-5,4 кг/т – сирів та 0,5-4,5 кг/т – морозива [6]. Високий вміст нітратів у стічних водах зумовлена використанням азотної кислоти у кількості 0,1-3,8 кг/т. До стічних вод також потрапляють залишки дезінфекторів (0,01-0,34 кг/т переробленого молока), стабілізаторів молока, бактеріальних заквасок та ферментних препаратів. Витрати води на молочних підприємствах становлять 20-2000 м³ на добу залежно від потужності. Вода використовується у технологічних процесах, санітарно-гігієнічних цілях, як

теплоносій (пара), для миття території тощо. Крім того, стічні води містять велику кількість зважених речовин – переважно залишків кисломолочної продукції, що потрапляють туди разом з промивними розчинами [7].

Свіжо-утворені виробничі стоки характеризуються білим або жовтуватим забарвленням та лужною реакцією. Наявність білкових речовин, вуглеводів та жирів зумовлює їх швидке гниття та скисання. Особливу загрозу для водойм представляють стоки, що виникають під час виробництва казеїну, твердих сирів та сиру. Окрім зазначених забруднень, виробничі стоки молочних заводів маюють у своєму складі сполуки хімічного походження, які використовуються для миття ємностей, апаратури та підлоги (детергенти) [5].

Обсяги та склад відходів на молочних підприємствах визначаються їх спеціалізацією та номенклатурою продукції. Підприємства, що переробляють незбиране молоко, зазвичай характеризуються меншими обсягами відходів та стічних вод. Виробництво казеїну, сухого молока та сиру супроводжується утворенням різних видів відходів, що забруднюють атмосферне повітря та стічні води. Зокрема, при виробництві казеїну джерелами атмосферного забруднення є обладнання для його подрібнення та сушіння, викидаючи до 500 мг казеїнового пилу на 1 м³ повітря. Враховуючи продуктивність сушарок до 100 тис. м³ на годину, втрати продукції без застосування фільтрації є значними. Навіть при використанні фільтрувальних пристроїв певна кількість пилових частинок потрапляє в атмосферу.

Головною екологічною проблемою молочної промисловості є стічні води. Їх об'єм відносно невеликий – кілька сотень м³ на добу, залежно від масштабів виробництва, він може коливатися від 20 до 2 тис. м³ в день. Основними джерелами стічних вод є миття обладнання, виробничих приміщень, залізничних цистерн та транспортних засобів. За рівнем забруднення стічних вод підприємства молочної промисловості поділяються на міські молочні заводи та сироробні комбінати (табл. 1.5) [8].

Скидання неочищених стічних вод від молокопереробних підприємств у водойми призводить до негативного впливу на їхні екосистеми. Біохімічне окислення органічних сполук, що містяться у стічних водах, призводить до значного споживання кисню у водоймі, що може спричинити загибель водної флори та фауни. Потрапляння органічних речовин зі стічних вод м'ясної та молочної промисловості провокує процеси гниття та різке зменшення рівня кисню, яке призводить до масштабної гибелі риб та інших організмів, що мешкають у воді [39].

Таблиця 1.5 – Порівняльні показники забруднень сироробних і молочних заводів

Показник забруднення	Молокозаводи	Заводи з виготовлення сиру
Біохімічне споживання кисню, (мг/л)	1200	2400
Хімічне споживання кисню, (мг/л)	1400	3000
Зважені речовини, (мг/л)	320	600
Осад, (мг/л)	1400	3300

Враховуючи можливість потрапляння молока та напівфабрикатів до стічних вод під час виробництва молочної продукції, важливо оцінити їхній вплив на забруднення стічних вод. Це включає визначення екологічних показників таких продуктів, як хімічне споживання кисню та біохімічне споживання кисню.

Під час виробництва молочних продуктів утворюється велика кількість сироватки (близько 90% від об'єму молока), яка потребує подальшої переробки. Сироватка містить до 50% сухих речовин молока, включаючи до 5% лактози, жирів, білків, амінокислот та органічних кислот. Є різні методи утилізації сироватки, такі як ультрафільтрація, виробництво етилового спирту та сушка. Однак через відсутність ефективних ресурсозберігальних технологій ці методи застосовуються дуже рідко.

Основна частина сироватки скидається до каналізації разом із стічними водами, що спричиняє значну екологічну проблему. ХСК сироватки становить приблизно 75000 мг/л відповідно (табл. 1.6). Недостатнє промислове використання відхідникових матеріалів спричиняє значні втрати цінних речовин, необхідність сплати штрафів за скидання забруднювальних речовин, а також зниження рівня ефективності виробництва [8].

Утилізація стічних вод молочних підприємств будь-якого профілю до каналізації є грубим порушенням природоохоронного законодавства. Рівень забруднення таких вод у десятки разів перевищує допустимі норми. Деякі підприємства здійснюють викид (СВ) напряду у водоймища або ж накопичують їх у резервуарах, після чого практично неочищені води потрапляють у водоймище. Це слід кваліфікувати як екологічний злочин. Кожен літр стічних вод молочної промисловості забруднює до 1000 і більше літрів чистої води водоймища. Повне уникнення забруднення атмосфери та водойм поки що неможливе без розробки та впровадження безвідхідних технологій, однак значне їх зменшення цілком досяжне.

Таблиця 1.6 – Порівняння показників забруднення різної молочної сировини.

Назва	Показник забруднення (мг/л)	
	Хімічне споживання кисню	Біохімічне споживання кисню
Сироватки	75000	50000
Цільне молоко	200000	150000
Незбиране молоко	110000	75000
Пахта	110000	75000

На молочних підприємствах вода надходить разом із сировиною. Ефективне вилучення корисних компонентів дозволяє використовувати залишкову воду в технічних цілях, мінімізуючи споживання чистої води. Це актуально для заводів, що здійснюють глибоку переробку молока. Якщо ж виробництво базується на незбираному молоці або сироватці, то вода, що

міститься в сировині, використовується безпосередньо, а для миття обладнання потрібна додаткова кількість питної води. Утворені стічні води легко очищуються та можуть бути повернені в оборотний цикл [8, 9].

Щодо очищення стічних вод, то для молочних та сироварних підприємств застосовуються різні підходи. При низькому рівні забруднення (до 1000 мг/л за ХСК) достатньо традиційного аеробного очищення. А при високому рівні забруднення доцільно використовувати метод адсорбції.

1.2. Способи очищення стічних вод молокопереробної промисловості

Методи очищення стічних вод поділяються на 6 основних груп: механічні, біологічні, хімічні, фізичні, фізико-механічні та фізико-хімічні. Схема очищення, а саме послідовність застосування методів, визначається рівнем забруднення, складом та властивостями забруднювачів [5].

Механічна очистка включає відстоювання у спеціалізованих резервуарах, відокремлення очищеної води від нерозчинних домішок з подальшою можливістю їх утилізації та фільтрування за допомогою піщаних або спеціалізованих фільтрів [13]. Отриману воду цим методом змішують із первинно забрудненою для уніфікації концентрації домішок відповідно до встановлених стандартів скидання у водоймища чи каналізаційну систему.

Фізичні методи включають випаровування для отримання розчинних у воді у кристалічній формі речовин з подальшим їх використанням, а також обробку магнітним полем, що призводить до зменшення утворення та розпушення нерозчинних осадів [12].

Фізико-механічні методи ґрунтуються на використанні механічних пристроїв, що працюють за законами фізики: гіперфільтрація або зворотний осмос, ультрафільтрація, флотація, електродіаліз [19].

- Флоатація – є методом, який ґрунтується на різній адгезійній здатності частинок на межі розділу двох фаз – води та повітря, або води та

твердої речовини. Через воду пропускається повітря у вигляді дрібних бульбашок, до яких прилипають тверді частинки та нафтопродукти. Після цього вони піднімаються на поверхню і збираються спеціальними пристроями [15].

- Ультрафільтрація базується на продавлюванні розчину під відносно невеликим тиском через мембрани з порами, що дозволяють пропускати молекули невеликого розміру, такі як вода та іони солей, але затримують молекули великого розміру, такі як полімери та колоїди, забезпечуючи їхнє відокремлення. Мембрани виробляються у різних формах із застосуванням ефірів целюлози та поліамідів.

- Гіперфільтрація базується на використанні напівпроникних фільтрів з порами молекулярного розміру. Під дією високого тиску (до 10 МПа) вода проходить через ці фільтри, в той час як молекули солей затримуються, збільшуючи їхню концентрацію з іншого боку мембрани [14].

- Електродіаліз, що базується на використанні спеціальних мембран, підключених до джерела постійного струму, забезпечує переміщення солей під дією електричного поля. Солі накопичуються з одного боку мембрани, а з іншого утворюється демінералізована вода. Мембрани виготовляються з іонообмінних полімерів (аніонітів та катіонітів), які селективно поглинають іони металів та аніони. Електричний струм - прискорює процес переміщення іонів.

На відміну, від зазначених вище методів, хімічні методи базуються на зміні хімічного складу речовин. Вони перетворюють водорозчинні сполуки на газоподібні, або нерозчинні осадки, які потім видаляються та утилізуються або захоронюються. Однак висока витрата хімічних реагентів робить ці методи економічно неефективними.

Ефективні новітні методи очищення включають: екстракцію, іонний обмін, флокуляцію, сорбцію, абсорбцію, коагуляцію, адсорбцію та хемосорбцію [18].

- Коагуляція являється процесом об'єднання дрібних забруднюючих частинок у більші агрегати, що відбувається під дією коагулянтів: солі алюмінію, магнію, кальцію, цинку, заліза або вуглекислий газ. Рівень ефективності процесу залежить від заряду частинок забруднювачів. Електрокоагуляція, яка проводиться у спеціальних ємностях з електродами, являється різновидом коагуляції. У цьому випадку процес коагуляції здійснюється за рахунок гідроксиду заліза, що з'являється на електродах, під дією електричного струму. Метод електрокоагуляції являється ефективним та економічно вигідним для видалення нафтопродуктів. Флокуляція є схожим процесом, проте ініційований високомолекулярними сполуками, такими як кремнієва кислота, ефіри, крохмаль, целюлоза та синтетичні полімери.

- Метод сорбції базується на здатності активованого вугілля, коксу, торфу і глини, поглинати газоподібні та рідкі речовини завдяки своїй пористій структурі. Ефективність процесу визначається кількістю та розмірами пор.

- Абсорбція передбачає поглинання шкідливих речовин всією масою абсорбенту без хімічної модифікації цієї речовини.

- Адсорбція полягає у поглинанні шкідливих речовин лише поверхнею адсорбенту, завдяки міжмолекулярним силам взаємодії, без хімічного перетворення компонентів [16].

- Хемосорбція є процесом поглинання забруднювача, що супроводжується його хімічною модифікацією. Усі сорбційні процеси здійснюються у спеціалізованих колонних апаратах, заповнених сорбентом.

- Екстракція є процесом видалення з стічних вод, зазвичай, органічних шкідливих речовин, таких як фенол та за допомогою екстрагентів. Реагенти повинні бути гідрофобними, нетоксичними, пожежо- та вибухобезпечними, мати густину, яка відрізняється від густини води, та вільно регенеруватися, вивільняючи поглинену речовину (до прикладу, як при нагріванні).

- Іонний обмін базується на здатності іонообмінних смол (полімерних матеріалів) поглинати катіони або аніони з розчину. Цей метод часто застосовується на котельнях та теплових електростанціях для пом'якшення води, зменшуючи жорсткість, яка визначається концентрацією іонів металів (Ca, Mg, Fe, Zn ...). У гальванічних виробництвах іонний обмін використовується для видалення іонів цинку, заліза, кадмію, золота, срібла та інших важких металів зі стічних вод.

Біологічний метод очищення передбачає використання спеціалізованих штамів та рас мікроорганізмів, здатних селективно поглинати органічні та неорганічні речовини. Процес здійснюється в аеробних умовах або анаеробних умовах у спеціалізованому обладнанні (біотеках, полях фільтрації, аеротеках) [5.6].

Існує широкий спектр новітніх методів та обладнання для очищення СВ. Відбір оптимального рішення залежить від специфіки забруднень, подальшого використання води та допустимих рівнів викидів. Враховуючи зростання вартості водних ресурсів, аналогічно до нафти, вугілля та природного газу, доцільно організовувати замкнені технологічні цикли з повторними використанням очищеної води [6].

На молочних переробних підприємствах молоко переробляється на широкий асортимент продукції, а саме [7]: кисломолочний сир, масло, вершки, закваски, сметану, йогурти, кефір, молочні консерви, морозиво, та сухі молочні продукти.

З вторинної молочної сировини виготовляють молочний протеїн, технічний та харчовий казеїн, молочний цукор, згущену молочну сироватку та замітник незбираного молока.

В процесі виготовлення кінцевої продукції, утворюється велика кількість стічних вод.

Стічні води молокопереробних підприємств поділяють на дві категорії:

- Низькоконцентровані, що утворюються під час миття тари, технологічного обладнання та приміщень від залишків молока, продуктів його переробки та миючих засобів.

- Висококонцентровані, які утворюються у цеху по виробництві сирів, молочного цукру та альбумінуового сиру [10,11].

Висококонцентровані стоки насичуються органічними сполуками, жирами та білками. Тому очищення таких стічних вод є необхідним етапом перед їх скиданням у водойми чи міську каналізацію для подальшого очищення і виведення.

Очищення та скидання стічних вод у молочній промисловості повинні здійснюватися згідно з проектом, який може бути загальним для будівництва підприємства або локальним, що вирішує питання очищення та скидання стічних вод. Нормування скиду забруднювальних речовин зі зворотними водами проводиться шляхом встановленням гранично допустимих скидів (ГДС) речовин. Регулюється це за допомогою Державного стандарту України.

Основна кількість стічних вод на молокопереробних заводах утворюється під час очищення основного технологічного обладнання.

Таким чином, до основних забруднювачів стічних вод належать: сироватка, молочні білки, сироватка, жири, лактоза та фосфорні сполуки.

Фазово-дисперсійний склад забруднень є неоднорідним. Зважені речовини включають частинки сиру та жиру, сирне зерно та молочні плівки, які складають до 45% усіх органічних забруднень. Мінеральна частка зважених речовин здебільшого складається з частинок ґрунту та піску, які потрапляють до стічних вод під час миття приміщень. До 30% органічних речовин припадає на гідратовані частинки молочного жиру та білка. Лактоза та органічні кислоти, що становлять 25% від загального обсягу органічних забруднень, перебувають у розчиненому стані. Стічні води можуть містити значну кількість хлоридів; їх концентрація на сироварних заводах сягає 800-1000 мг/л [4]. Найбільший обсяг забруднених стічних вод (за однакового

питомого водовідведення) утворюють підприємства з низьким рівнем переробки молока, через скидання сироватки та неконтрольовані втрати неякісної сировини та білка.

Молокопереробні підприємства середньої потужності щодня виробляють близько 80-90 тонн сироватки, які потребують ефективної утилізації. Недостатнє використання цих відходів у промисловості призводить до значних втрат цінних речовин, зниження ефективності виробництва та необхідності сплачувати штрафи за скидання забруднень.

Свіжоутворені виробничі стоки молокопереробних підприємств мають біле або жовтувате забарвлення. Високий вміст легкоокислюваних органічних речовин у цих стоках призводить до значного зниження рівня розчиненого кисню у водоймах. Через наявність білків, вуглеводів та жирів, стоки швидко піддаються гниттю та скисанню.

Процес гниття супроводжується виділенням неприємного запаху, а рівень рН стоків падає до 4,51. Окрім зазначених забруднень, виробничі стоки молочних заводів мають хімічні сполуки, які використовують для миття обладнання та приміщень (детергенти). Скидання неочищених СВ у молокопереробних підприємствах у водойми негативно впливає на їх екологічний стан. Біохімічне окислення органічних сполук призводить до значного споживання кисню з води, що може спричинити загибель водної флори та фауни [1]. Стічні води молокопереробних підприємств, що містять органічні речовини, спричиняють процеси гниття у водоймах, що призводить до критичного зниження рівня кисню та, як наслідок, до масової загибелі гідробіонтів. Забруднення гідросфери негативно впливає на якість питної води, створюючи епідеміологічні ризики та обмежуючи рекреаційне використання водойм [10].

Аналіз проб стічних вод, відібраних на декількох молокозаводах з цехами сироваріння та виробництва твердих жирів, показав наступні показники: ХСК – 4000-10000 мгО₂/л; завислі речовини – понад 1000 мг/л; вміст жирів становить від 250 до 391 мг/л.

Повні дані відповідно забруднення СВ окремих молокопереробних підприємств наведено в табл. 1.7 [9].

Таблиця 1.7 – Показники забруднень стічних вод молокопереробних заводів

Походження Стічних вод	Показник забруднення		
	Біохімічне споживання кисню (мг/л)	Хімічне споживання кисню (мг/л)	Співвідношен ня БСК:ХСК
Київський ГМЗ №3	2200	2700	0,815
Козятинський молокозавод	2600	3310	0,785
Броварський молокозавод	2620	3320	0,789
Середнє	2473	3110	0,796

Найбільшу загрозу для водних ресурсів становлять скиди стічних вод підприємств з виробництва казеїну та твердих сирів, що мають високі показники хімічного споживання кисню та біохімічне споживання кисню. Детальна характеристика представлена в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Характеристика стічних вод молоко-, масло- та сироробних заводів

Завислі речовини, мг/л	БСК повн., мг/л	ХСК, мг/л	Нафтопро дукти, мг/л	Нітроген амоній	Флюор мг/л	Хлори ди, мг/л	Примітка
350	1150	1350	10	55	7	150	Жири до 100
600	2350	3000	10	85	15	200	Жири до 100

Стандартні методи очищення стічних вод на молочних підприємствах включають [3]: механічні, фізико-хімічні та біологічні. Фізико-хімічні

методи включають коагуляцію, фільтрування, флотацію, відстоювання, адсорбцію, реагентну обробку та баромембранні процеси. Найбільш доступний та ефективний метод - це адсорбція.

Аналіз різних літературних джерел свідчить про те, що основними забруднювачами стічних вод на молокопереробних підприємствах являється сироватка, білкові сполуки та фосфати, що утворюються під час миття тари. Сироватка зумовлює закислення водного середовища, негативно впливаючи на екосистеми водойм при скиданні стічних вод. Присутність органічних сполук також сприяє евтрофікації. Заміщення гідрогену у фосфорних сполуках варіює, що призводить до закислення водойм і шкідливого фосфатного забруднення.

До основних фізико-хімічних методів очищення стічних вод можна віднести: сорбцію (адсорбція, абсорбція, хемосорбція), флотацію, коагуляцію, екстракцію а також зворотній осмос (рис. 1). Ці методи, зазвичай, включають в себе дво- або багатостадійні процеси. Спочатку відбувається підготовка та перетворення забруднювальних компонентів (що зазначені вище) до їх знешкодження.

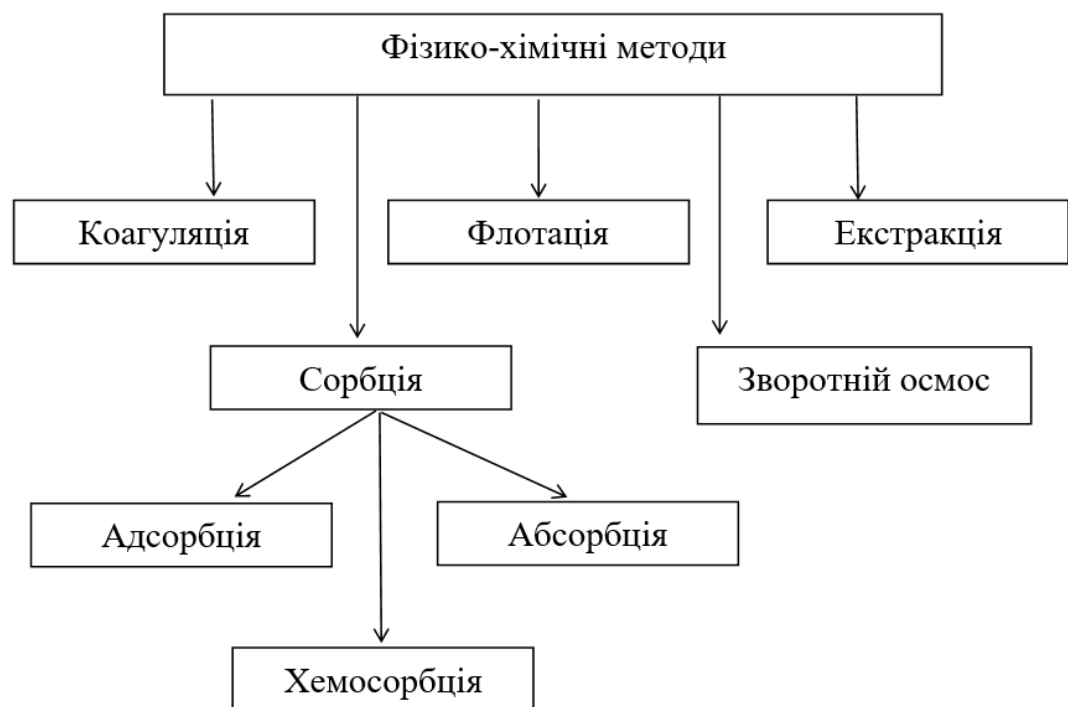


Рис. 1.1 – Фізико-хімічні методи очищення стічних вод.

1.3. Метод адсорбції та використовувані адсорбенти

Адсорбційні методи широко використовуються для глибокого очищення стічних вод від розчинених органічних речовин, що утворилися після біохімічного очищення, які не розкладаються біологічно, або є сильно токсичними [40].

В методі адсорбції використовують різні адсорбенти. Кілька основних типів адсорбентів наведено у таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Типи адсорбентів що використовуються для адсорбції.

Тип адсорбента	Опис
1. Активоване вугілля:	<ul style="list-style-type: none">- Один з найпоширеніших і ефективних адсорбентів.- Використовується для видалення органічних забруднювачів, включаючи токсичні речовини та фарбники.
2. Цеоліти:	<ul style="list-style-type: none">- Мають високу адсорбційну здатність та іонообмінні властивості.- Ефективні для видалення амонію та важких металів.
3. Кремнеземні матеріали:	<ul style="list-style-type: none">- Використовуються для адсорбції органічних сполук та деяких металів.- Можуть бути модифіковані для покращення адсорбційної здатності.
4. Біoadсорбенти:	<ul style="list-style-type: none">- Виготовляються з натуральних матеріалів, таких як хітозан, альгінати, та лігнін.- Екологічно чистий варіант для видалення важких металів та інших забруднювачів.
5. Наноматеріали:	<ul style="list-style-type: none">- Використання наночасток для підвищення ефективності адсорбції.- Особливо ефективні для видалення розчинених органічних речовин та важких металів.

Кілька прикладів використання методу адсорбції в очистці стічних вод наведено у табл 1.10.

Ці приклади демонструють ефективність адсорбційного методу в очистці стічних вод від різних забруднювальних та токсичних речовин.

Адсорбент активоване вугілля – один з найважливіших та найпоширеніших матеріалів для очищення води і промислових процесів.

Таблиця 1.10 – Приклади використання методу адсорбції та короткий опис.

Приклад використання	Опис
Видалення фенолів	Активоване вугілля використовується для видалення фенолів зі стічних вод. Цей метод досягає високої ефективності, зокрема при використанні селективних карбонізованого малозольного вугілля.
Знешкодження нітропродуктів	Адсорбційний метод застосовується для знешкодження стічних вод від нітропродуктів, таких як гербіциди та пестициди. Використанням вугілля КАД досягається залишкова концентрація нітропродуктів до 20 мг/л.
Видалення ПАР	Активоване вугілля АГ-5 і БАУ використовують для видалення перфоративних агентів (ПАР) зі стічних вод. Цей метод досягає адсорбційної ємності 15%.
Очищення вод від хлорорганічних пестицидів:	Активоване вугілля ОУ-А, КАД, БАУ та СКТ використовують для видалення хлорорганічних пестицидів зі стічних вод до їх залишкової концентрації не більше 10^{-5} мг/л.

В природі у такому вигляді його не існує. Його отримують з такої сировини, як вугілля, торф, антрацит та деревина. Сировину спочатку спалюють за високих температур без доступу повітря в інертній атмосфері. Після спалювання даний матеріал активують водяною парою 800 - 1000°C,

після чого отримують матеріал з розвиненою поверхнею пор і може використовуватися як сорбент в галузі водоочищення.

Властивості активованого вугілля дозволяють ефективно видаляти різні забруднення та токсини з різних середовищ.

Принцип дії адсорбента полягає у вибіркового поглинанні забруднювальних речовин з стічних вод, поверхневим шаром адсорбенту.

Даний адсорбент має пористу структуру з великою поверхневою площею і високою абсорбційною здатністю. Основні властивості активованого вугілля включають:

- Велика поверхнева площа: під час активації пористість та поверхнева площа матеріалу збільшується, що дозволяє ефективно адсорбувати різноманітні речовини, такі як токсини, хімічні сполуки і забруднювачі.

- Висока адсорбційна здатність: активоване вугілля може адсорбувати різні речовини на своїй поверхні.

- Хімічна стабільність: активоване вугілля може залишатися активним протягом тривалого часу без руйнування або втрати своїх властивостей, а також підлягає регенерації.

- Мала вага: активоване вугілля має низьку густину, що робить його зручним для транспортування та використання в різних процесах.

- Екологічна безпека: активоване вугілля ефективно видаляє різні забруднювачі з навколишнього середовища, тому часто використовується як екологічно безпечний метод очищення стічних вод.

Активоване вугілля є двох типів: порошкоподібне та гранульоване.

Найбільш придатними для видалення органічних забруднень у стічних водах є гранульоване активоване вугілля (GAC).

Застосування деревного та кісткового вугілля, силікагелю, високодисперсних металів, одержаних відновленням їх оксидів, та природних цеолітів як адсорбентів детально описано в літературі [8].

Одержання активованого вугілля передбачає відповідну активацію вугільної сировини з твердих порід деревини. Для збільшення питомої

поверхні, сировину термічно обробляють. Активують у середовищі водяної пари або CO_2 при температурі від 700°C до 900°C . В цей час вугілля частково взаємодіє з CO_2 та водяною паром, утворюючи CO та H_2 [2].

Адсорбційне очищення може бути регенеративним (вилучення речовини з адсорбенту та його утилізацією), або деструктивним, коли видалені з стічних вод речовини знищуються разом з адсорбентом. Ефективність адсорбційного очищення становить до 95% і залежить від хімічної природи адсорбенту, розміру адсорбційної поверхні і її доступності, а також від хімічної структури речовини та її стану в розчині.

Швидкість процесу адсорбції визначається концентрацією природи та структури розчинених речовин, температурою води, а також типом і властивостями адсорбенту. Загалом процес адсорбції проходить у три стадії: перенесення речовини зі стічної води до поверхні зерен адсорбенту (зовнішньо-дифузійна стадія), сам процес адсорбції, та перенесення речовини всередині зерен адсорбенту (внутрішньо-дифузійна стадія). Зазвичай вважається, що швидкість самої адсорбції висока і не є лімітуючим фактором для загального процесу. Тому лімітуючою стадією може бути або зовнішня, або внутрішня дифузія. В деяких випадках процес обмежується обома стадіями. У зовнішньо-дифузійній стадії швидкість масопереносу визначається інтенсивністю турбулентності потоку, яка залежить від швидкості рідини. У внутрішньо-дифузійній стадії інтенсивність масопереносу залежить від типу і розміру пор адсорбенту, форми і розміру його зерен, розміру молекул речовин, що адсорбуються, та коефіцієнта масопровідності.

Активоване вугілля, яке використовують для очищення стічних вод молокопереробних підприємств повинно відповідати таким вимогам: активоване вугілля повинно володіти легкою змочуваністю водою, при регенерації мати невелику утримувальну здатність, крупну пористість, мінімальну каталітичну активність.

Для того, щоб очистити стічні води, їх фільтрують через псевдорозріджений, нерухомий шар адсорбента.

На молокопереробному підприємстві використовують спеціальний пристрій - адсорбер колонного типу з нерухомим шаром адсорбента.

Даний пристрій має доволі просту будову і складається з:

- власне колони;
- безпровальної решітки;
- підтримувальний шар;
- активоване вугілля.

Принцип роботи даного методу полягає у тому, що у колоні знаходиться закріплена безпровальна решітка (діаметр отворів до 1см). Поверх неї укладають шар гравію або дрібного щебеню висотою до 50см., після чого засипають активоване вугілля. Поверх вугілля вкладають ще один шар гравію, який притискають решіткою. Шар гравію у нижній частині колони перешкоджає потраплянню зерен адсорбенту в підрешіток і забезпечує рівномірний розподіл потоку стічної води по всьому об'єму колони. В цей час верхній шар гравіюю запобігає викиду вугілля з колони під час фільтрації стічних вод.

Рух стічної води в колоні під час фільтрації здійснюється знизу догори. Так як, стічна вода рівномірно заповнює колону, то вона витісняє бульбашки газів і повітря.

Очищення стічних вод даним методом застосовують у разі відсутності завислих частинок у стічних водах. Адже дані частинки здатні закупорювати проміжки адсорбенту, що приводить до збільшення опору шару адсорбенту і зниження швидкості фільтрування.

Після того, як адсорбент наситився поглиненою речовиною, припиняють подачу стоків в колону. Далі вугілля піддається регенерації.

Ще одним методом фільтрування стічних вод активованим вугіллям є використання циліндричного одноярусного адсорбера із псевдорозрідженим звислим шаром.

Даний апарат являє собою колону висотою 400 см. Діаметр верхньої частини розширений, там же кріпиться кільцевий зливний жолоб для виводу очищеної води. Нижня частина колони має вигляд конічного днища з патрубками, через які подаються стічні води для фільтрації. Над днищем розташовується решітка (діаметр отворів до 1 см.), поверх якої завантажують активоване вугілля (шар висотою 2.5 м.). У центрі колони є трубка з прямою лійкою для подачі вугілля, що дозується живильником.

Очищена вода потрапляє у кільцевий жолоб і відводиться трубами, а активоване вугілля, має циклічну систему подачі. Воно відводиться через кран до відсіку, де проходить процес регенерації, а звідти знову подається у адсорбер. Великі грудки вугілля видаляються через кран днища адсорбера.

Речовини, які були поглинуті, вилучають під час регенерації адсорбенту за допомогою екстракції органічними розчинниками, відгону водяною парою та випарювання в струмені інертного газоподібного теплоносія.

На сьогоднішній день найрозвиненішим є процес сорбції розчинених органічних речовин з очищених стічних вод за допомогою гранульованого активованого вугілля. Основні елементи технологічної схеми цього методу включають (рис. 2): адсорбер, який забезпечує контакт стічних вод з активованим вугіллем; системи гідравлічного транспортування вугілля, що подають відпрацьоване вугілля на регенерацію, а регенероване вугілля в свою чергу — назад в адсорбер; систему регенерації, яка складається з установок для зневоднення, печі та резервуара для охолодження.

Можливе використання двох типів адсорберів - із рухомим і нерухомим завантаженням [20].

Із рухомим типом адсорберів робота базується на принципі протитоку, де вода рухається знизу вгору, а вугілля – навпаки. Відпрацьоване вугілля постійно видаляється з нижньої частини адсорбера, а зверху додається регенероване вугілля [41].

Із нерухомим типом завантаження адсорбера - потік води спадний. Декілька таких адсорберів з'єднані послідовно, рідше – паралельно. При послідовному з'єднанні адсорберів перший використовується з найбільш забрудненою завантаженням, а останній — з чистою, що дозволяє зберегти принцип протитоку очищення стічних вод на молокопереробних підприємствах.

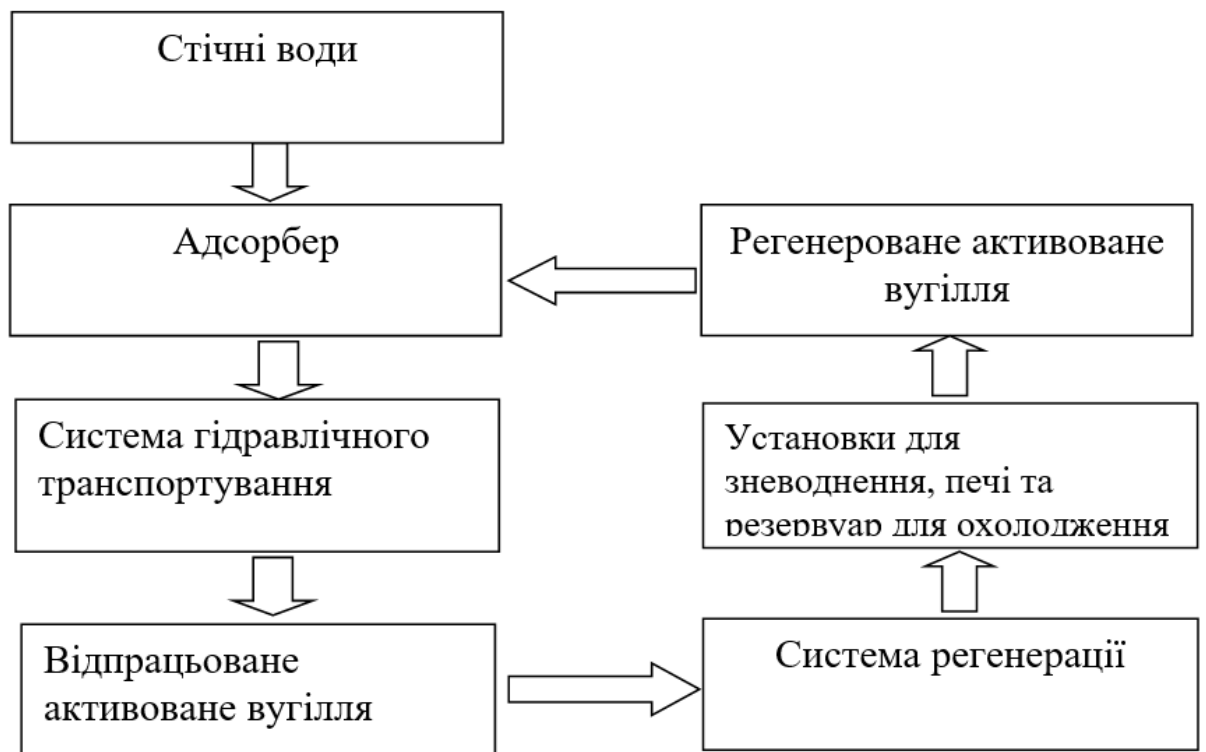


Рис. 1. 2 – Цикл роботи та регенерації адсорбента.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ТА ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методика визначення рН

Потенціометричний метод визначення рН є найточнішим і найпоширенішим для встановлення активної кислотності середовища, включаючи об'єкти навколишнього середовища. Спеціалізовані потенціометри (рН-метри) використовуються для вимірювання концентрації іонів водню в розчинах. У лабораторних умовах застосовуються рН-метри моделей рН-340, рН-262, ЗВ-74, рН-150 та інші [11].

Скляний електрод виконує роль датчика рН розчину, електрорушійна сила якого змінюється залежно від концентрації іонів водню у розчині. Він належить до іонселективних електродів мембранного типу, активна частина яких виготовлена зі спеціального електродного скла.

Винятковою селективністю скляних електродів до іонів водню є хімічна природа скла, яке являє собою силікатний сплав лужних та лужноземельних металів. Солі слабкої силікатної кислоти у водному розчині піддаються гідролізу, і цей процес відбувається також на межі розділу фаз скло-розчин, де іони лужних металів обмінюються на іони водню з розчину. На поверхні скла формується желеподібна маса силікатної кислоти товщиною 1-100 нм, в якій відбувається іонообмінна реакція з розчином. Під час цієї реакції іони водню з розчину проникають у цей поверхневий шар та витісняють катіони натрію або літію, що містяться у склі. Таким чином, на межі розділу фаз скло-розчин відбуваються реакції, що визначають потенціал скляного електрода відносно розчину.

Внутрішній контактний електрод у скляному електроді — це срібний дріт, покритий тонким шаром хлориду срібла, який занурений у стандартний 0,1 н розчин хлоридної кислоти. Різниця потенціалів, що виникає на скляній мембрані, є функцією відмінності концентрацій іонів водню у стандартному та досліджуваному розчинах. Потенціал скляного електрода визначається

потенціометрично щодо стандартного насиченого хлорсрібного електрода порівняння.

Калібрування рН-метра та скляного електрода виконується за допомогою буферних розчинів, виготовлених з реактивів класу "рН-метрія", які постачаються у вигляді фіксканалів, призначених для приготування 1000 мл кожного буферного розчину.

Для вимірювань використовували іономір И160-М, з похибкою не більше 5 мВ/0,05 рН. Цей метод є оптимальним для визначення концентрації молочної кислоти завдяки високій точності результатів, отриманих на основі іонної дисоціації за іоном Н⁺. Результати вимірювань рН перераховані у концентрацію С [г/дм³]:

(2.2)

$$C = 10^{-\text{pH}}$$

Наприклад, визначення нульової концентрації c_0 здійснювалось [г/дм³]:

$$\text{pH}_0 = 2,748$$

$$C_0 = 10^{-2,748} = 0,001186 \text{ г/дм}^3$$

Визначення концентрації c_1 після 30 с. перемішування [г/дм³]:

$$\text{pH}_1 = 2,748$$

$$C_1 = 10^{-2,748} = 0,001044 \text{ г/дм}^3$$

2.2 Метод визначення хімічного споживання кисню (ХСК)

ХІМІЧНЕ СПОЖИВАННЯ КИСНЮ (ХСК) – головний показник, що характеризує ступінь і динаміку самоочищення забруднених стічних вод. Він виражається кількістю кисню, витраченого на окиснення забруднювальних хімічних речовин, що містяться в одиниці об'єму води, за певний час (4 доби – ХСК₄, 10 діб – ХСК₁₀ і т.д.).

Тобто, можна сказати, що це кількість кисню, яка необхідна для повного окиснення органічних речовин, що містяться в пробі води та визначається у мг/дм³ [34].

Вміст ХСК розраховують за формулою:

$$\text{ХСК} = (V_{\text{Т}} * C_{\text{Т}} * 8 * 1000) / V_{\text{ал}};$$

де $V_{\text{хол}}$ – об'єм солі Мора, що пішов на холостий дослід, мл; $V_{\text{Т}}$ – об'єм солі Мора, витрачений на титрування проби досліджуваної води; $V_{\text{ал}}$ - об'єм аліквоти,мл; $C_{\text{Т}}$ – концентрація солі Мора,н; 8 - еквівалент кисню.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ АДСОРБЦІЇ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Підвищення виробничої діяльності, поганий стан або відсутність очисних споруд а молокопереробному підприємстві призводить до утворення величезної кількості забруднювальних речовин, що забруднюють стічні води, які в свою чергу несуть екологічну катастрофу. Основні джерела забруднення включають органічні речовини, мінеральні сполуки, мікроорганізми та хімічні речовини, які потрапляють у воду під час молочної переробки.

Для видалення та знешкодження даних забруднень світ використовує різноманітні методи, вкладаючи мільйони грошей.

Пошук і розробка нових технологій для очищення стічних вод молокопереробних підприємств необхідні через низьку ефективність існуючих очисних споруд.

За останнє десятиліття відзначається зміна у фазово-дисперсному складі стічних вод молокопереробних підприємств, що пов'язано зі збільшенням попиту на кисломолочну продукцію та зменшенням обсягів виробництва пастеризованого молока. Крім того, спостерігається підвищення концентрації нерозчинених органічних часток у порівнянні з вмістом розчинених сполук.

В процесі виробництва молочних продуктів утворюється значна кількість сироватки, приблизно 90% від об'єму переробленого молока, а також жири, білки, азот. Основну частину сироватки разом із стічною водою скидають у каналізацію, що створює екологічну проблему [42].

Для очищення стічних вод застосовуються різноманітні методи, серед яких адсорбційні дозволяють видалити забруднення у великих кількостях. Під час очищення стічних вод адсорбційним методом використовують як

природні, так і синтетичні матеріали. Тому актуальним є дослідження механізмів адсорбції для визначення доцільності подальшої регенерації адсорбентів.

На промислових підприємствах необхідно здійснювати локальне очищення виробничих стічних вод перед їх скиданням у міську каналізацію.

На молокопереробних підприємствах середньої продуктивності утворюється приблизно 80-90 тонн сироватки щодоби, які потребують ефективної утилізації. Висококонцентровані розчини, що надходять у стічні води, можуть становити від кількох десятків до сотень кубометрів на добу, зі середньою концентрацією ХСК 1800 мгО₂/л. Такі висококонцентровані розчини надходять періодично (один раз за зміну), що призводить до порушень роботи очисних станцій і втрати цінних компонентів, що містяться у цих розчинах, при їх змішуванні з основним потоком.

Адсорбція є одним із методів, за допомогою якого ми можемо легко знешкоджувати різноманітні забруднення. За допомогою цього процесу, молекули адсорбату приєднуються до поверхні адсорбенту за рахунок фізико-хімічних сил.

Отримавши забруднені стічні води від одеського ТОВ «МІСЬКМОЛЗАВОД №1», було отримано наступні показники (табл. 3.1): що кількість зважених речовин – 350 мг/л, ХСК – 1800 мгО₂/л, БСК – 93 мг/л, жири 1600 мг/л, азот загальний 86 мг/л, рН – 3,0 од. Ці результати показують що стічні води мають велику концентрацію забруднювальних речовин.

Таблиця 3.1. – Показники стічних вод ТОВ «МІСЬКМОЛЗАВОД №1» до очищення.

Компоненти забруднень стічної води	Погодинні показники			
	12:00	13:00	14:00	Середнє
Зважені речовини, мг/л	300	360	420	350
ХСК, мгО ₂ /л	1600	2200	1700	1800
БСК, мгО ₂ /л	1200	500	2000	1230

Азот загальний, мг/л	60	110	90	86
Жири, мг/л	1500	2000	1200	1560
pH	2,0	2,2	5,0	3,0

Високі концентрації цих забруднювальних речовин у стічних водах молокопереробних заводів призводять до різкого зниження розчиненого кисню у поверхневих водах. Найбільшою загрозою для водних об'єктів є стічні води, що характеризуються високими показниками ХСК та БСК.

Основні кроки очищення води включають в себе:

1. Вибір активованого вугілля в залежності від характеристик забруднень, що необхідно видалити.

2. Власне процес адсорбції - пропускання води через шар активованого вугілля, де забруднювачі адсорбуються на його поверхні.

Для виявлення ефективності очищення стічних вод, ми пропустили відібрані стічні води через нерухомий, псевдорозріджений шар адсорбенту. Застосували активоване вугілля в нерухомому шарі (один із найбільш простих методів очищення стоків).

Стічні води фільтрували через колону (рис. 3.1), заповнену адсорбентом. У колоні (4) закріплена решітка (1) з діаметром отворів 5 — 10 мм. На решітку було укладено підтримувальний шар (2) висотою 400–500 мм з дрібного щебню, це було здійснено для того, щоб у нижній частині колони запобігти випадінню зерен адсорбенту в під решітний простір адсорбату. В свою чергу цей шар дав нам змогу рівномірно розподілити потік стічної води по всьому об'єму колони. Поверх шару щебню було засипано власне адсорбент. Зверху на вугілля знов уклали шар щебню, який було притиснуто решіткою. Це дало змогу запобігти при фільтруванні стічних вод, виносу вугілля.

Стічну воду подавали до адсорбера через нижню трубку, що давало змогу їй рівномірно переміщуватись в колоні знизу-вгору. Стічна вода поволі витісняла бульбашки газів і повітря, в свою чергу нижній шар щебню запобігав провалювання адсорбента у підрешітний простір.

Після того як адсорбент наситився поглиненою речовиною він втратив свої властивості, у зв'язку з цим подача стоків була припинена. Відпрацьоване активоване вугілля було вилучено з адсорбера та відправлене на регенерацію.

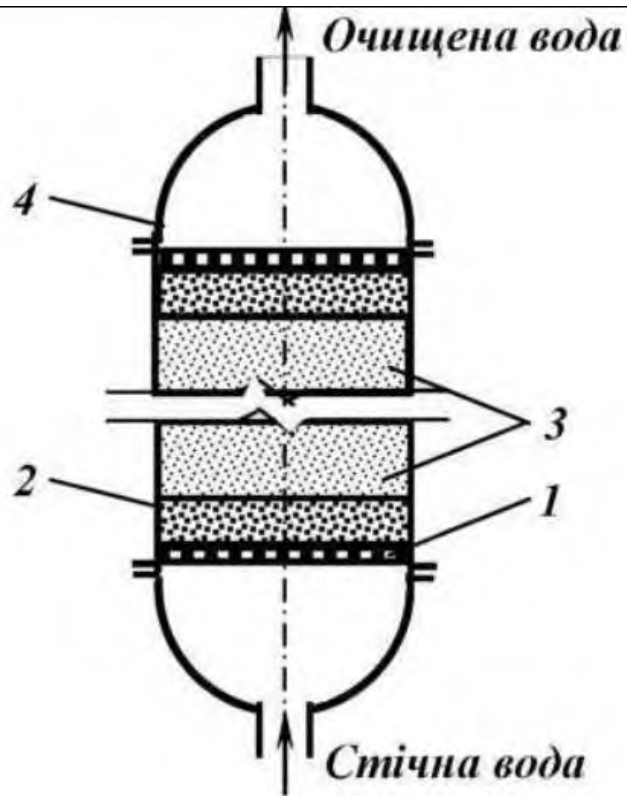


Рис. 3.1 – Адсорбер колонного типу з нерухомим шаром.

Адсорбовані речовини (забруднювач) з вугілля отримують десорбцією перегрітою водяною парою, температурою 200-300 °С при тискові 0.3-0.6 МПа, або нагрітим інертним газом температурою 120-140 °С [36]. Витрати пари при відгонці легко-летких речовин дорівнює 2.5 кг/кг. Після десорбції пари конденсують і адсорбовані речовини витягають з конденсату. У тому випадку, коли забруднювач не становить цінності, проводять деструктивну регенерацію хімічними реагентами для їх утилізації (окисленням хлором, озоном чи термічним шляхом).

Термічну регенерацію вугілля проводять в печах різної конструкції при температурі 700-800 °С в безкисневому середовищі. Регенерацію ведуть сумішшю продуктів горіння газу або рідкого палива і водяної пари. Вона пов'язана з втратою частини адсорбенту (15-20%).

Стічні води молокопереробного підприємства після очищення не мали допустимі показники (табл. 3.2) для скиду і відправилися на повторне очищення. Використання даного методу адсорбції не є доцільним на молокопереробному підприємстві, так як потрібно зупиняти потік стічних вод для вилучення відпрацьованого активованого вугілля, промивки адсорбера та завантаження свіжого адсорбента, що займає велику кількість часу.

Таблиця 3.2. – Концентрація стічних вод після очищення адсорбером колонного типу з нерухомим шаром.

Компоненти забруднень стічної води	Дані після очищення	Норма
Зважені речовини, мг/л	120	≤15
ХСК, мгО ₂ /л	600	≤ 80
БСК, мгО ₂ /л	40	≤ 15
Азот загальний, мг/л	50	≤ 10
Жири	150	≤ 20
рН	6	6,0 - 9,0

Виходячи із результату попереднього методу очищення стічної води, з'явилась необхідність пошуку іншого варіанту очищення, що дозволить очистити стічні води до допустимих показників. Це дасть змогу направити очищені стічні води до каналізаційної мережі. Для досягнення цієї мети було використано циліндричний адсорбер з автоматичним відводом відпрацьованого активованого вугілля (рис. 3.2). Вхідні показники забрудненої стічної води наведені у таблиці (табл. 3.3).

Він представляє собою колону (3) висотою 4 м. Діаметр верхньої частини колони збільшений (7), тому що у ній розміщений кільцевий зливний жолоб (6) для відводу очищеної води. Стічні води для очищення подавали через патрубки у нижній частині колони з конічним днищем (1). Далі вода рухалась знизу догори, рівномірно проходила через розподільчу решітку (2), отвори якої мали діаметр від 5 мм. до 10 мм. Над решіткою знаходився наш

власне адсорбент висотою 2.7м. При цьому активоване вугілля подавали через напрямну лійку (5), що знаходиться у верхній частині адсорбера. Лійка переходила у трубу (4) що розміщувалась у центрі колони. Через неї власне подавали вугілля у колону, дозуючи живильником.

Таблиця 3.3 – Концентрація стічних вод до очищення у циліндричному адсорбері з послідовним введенням адсорбента.

Компоненти забруднень стічної води	Дані до очищення
Зважені речовини, мг/л	330
ХСК, мгО ₂ /л	1600
БСК, мгО ₂ /л	1300
Азот загальний, мг/л	97
рН, од.	3,7
Жири, мг/л	750

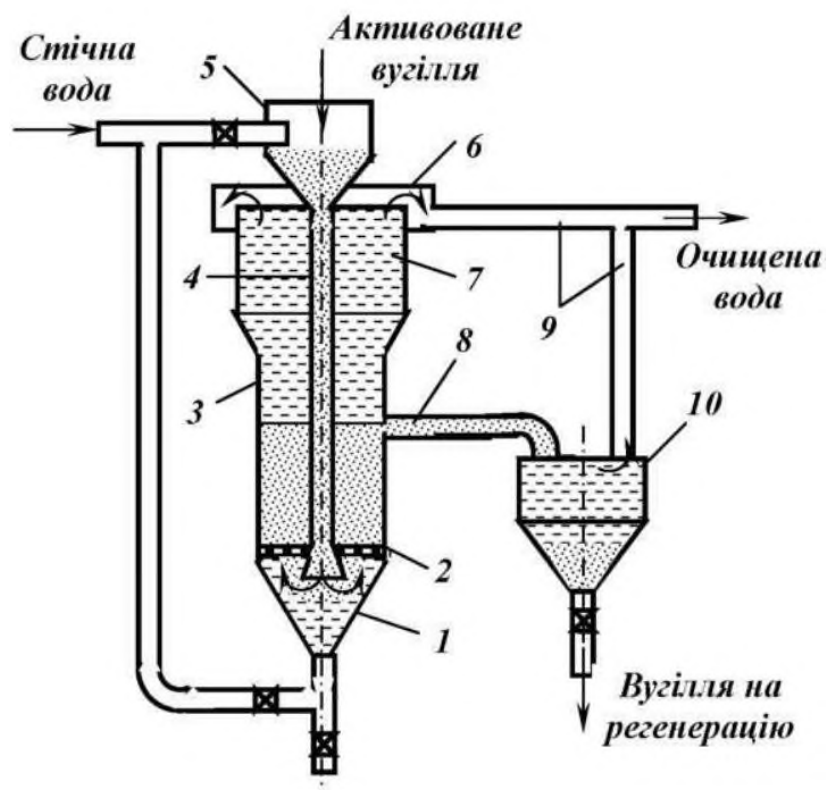


Рис. 3.2 – Адсорбер циліндричний з псевдороздіженим шаром адсорбенту.

Було підібрано швидкість подачі стічної води, щоб вугілля знаходилося у завислому стані. Положенням розвантажувального патрубку (8) визначалася верхня межа активованого вугілля. Через цей патрубок вода, що очищується, разом із вугіллям періодично надходила до ущільнювача (10).

Удосконалення очисних систем на молокопереробному підприємстві полягає у встановленні циліндричних адсорберів послідовного типу (рис. 3.3). У якому очищена вода зливалась у кільцевий жолоб, а звідти через зливний патрубок виводилась у другий змішувач, де проходив другий етап очищення, де подавалось свіже активоване вугілля [38]. Відпрацьоване вугілля з ущільнювача періодично або безперервно (в залежності від режиму) відводилося через кран і спрямовувалося на регенерацію, після якої знов поверталось в адсорбер. Великі грудки вугілля, що накопичувалися в підрешітному просторі адсорбера, періодично видалялися через кран днища адсорбера.

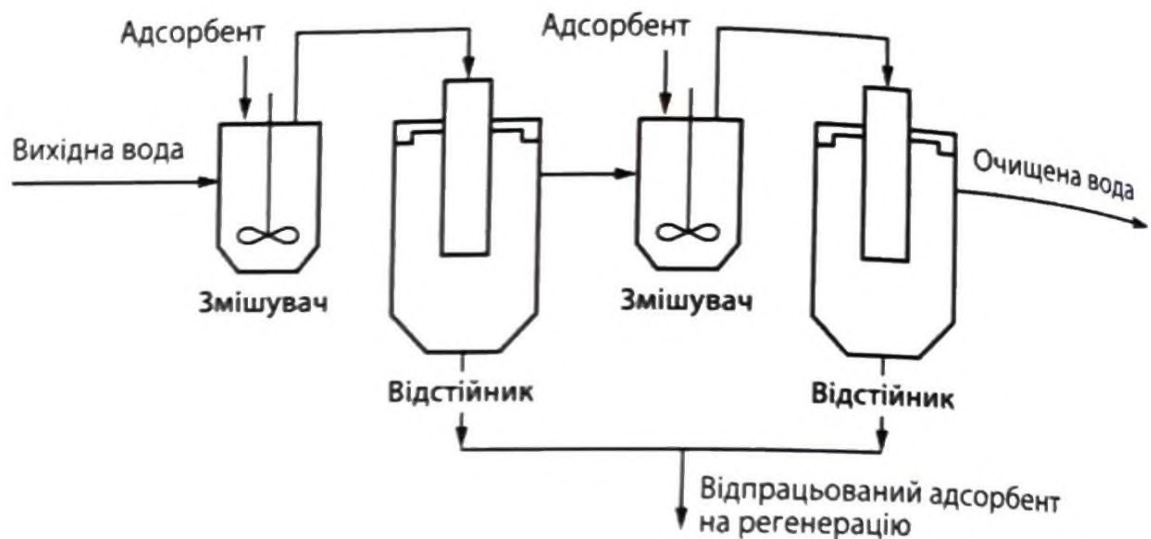


Рис. 3.3 – Схема адсорбера послідовного типу.

Концентрація стічних вод молокопереробного підприємства після очищення мала допустимі показники (табл. 3.4) [43], що давало змогу направити скид у місцеві системи каналізації [37].

Згідно показників концентрації стічних вод до очищення та після очищення, можна зробити висновок щодо ефективності застосування даного

методу (табл. 3.5).

Таблиця 3.4 – Показники стічних вод після очищення методом послідовного введення адсорбента.

Компоненти забруднень стічної води	Дані після очищення	Норма
Зважені речовини, мг/л	14	≤ 15
ХСК, мгО ₂ /л	75	≤ 80
БСК, мгО ₂ /л	14	≤ 15
Азот загальний, мг/л	15	≤ 10
рН, од.	6,5	6,0 - 9,0
Жири, мг/л	18	≤ 20

Таблиця 3.5 – Ефективність застосування процесу адсорбції з послідовним введенням активованого вугілля.

Компоненти забруднень стічної води	Дані стічних вод до очищення	Дані стічних вод після очищення	Ефективність
Зважені речовини, мг/л	330	14	96 %
ХСК, мгО ₂ /л	1600	75	95 %
БСК, мгО ₂ /л	1300	14	99 %
Азот загальний, мг/л	97	15	85 %
рН, од.	3,7	6,5	30 %
Жири, мг/л	750	18	97 %

Отже, аналізуючи експеримент, бачимо, що технологія адсорбції з послідовним введенням активованого вугілля дозволяє ефективно видаляти сліди забруднення стічних вод та дає можливість направляти скид очищених стічних вод до системи міських каналізацій. Згідно табличних даних стічних вод до очищення та після очищення, можна зробити висновки, що ефективність очищення методом адсорбції за допомогою активованого вугілля становить 80-90%. Існує безліч адсорбентів, які можна вибирати та оптимізувати до різної якості води та цілей очищення. Різні адсорбенти

можуть використовуватися для очищення різних типів забруднювальних речовин із високою гнучкістю.

Запропонований метод адсорбційного очищення стічних вод за допомогою активованого вугілля має ряд як плюсів, так і мінусів.

Плюси використання активованого вугілля:

1. Висока ефективність очищення: активоване вугілля ефективно видаляє органічні речовини, хімічні сполуки, пахучі речовини зі стічних вод.

2. Велика площа поверхні активованого вугілля забезпечує високу адсорбційну здатність.

3. Можливість повторного використання вугілля. Воно може бути регеновано та повторно використано, що зменшує витрати та обсяг відходів.

4. Активоване вугілля має широкий спектр дії, що підходить для видалення різноманітних забруднювачів, включаючи ті, що важко піддаються іншим методам очищення.

5. Даний метод є доволі простим, не вимагає складного обладнання та операцій, його легко контролювати і він підходить для різних типів застосування.

6. Його ефективність складає 80-90%.

Мінуси використання активованого вугілля:

1. Активоване вугілля є досить дорогим матеріалом, що може зробити процес очищення дороговартісним.

2. Необхідність регенерації, в свою чергу регулярне регенерування вугілля вимагає додаткових витрат на енергію та обладнання.

3. З часом адсорбційна здатність вугілля зменшується, і воно потребує заміни або регенерації.

4. Обмежена дія на деякі забруднювачі: Деякі важкі метали та неорганічні сполуки не ефективно видаляються активованим вугіллем.

РОЗДІЛ 4.

ОХОРОНА ПРАЦІ

Цей розділ присвячено питанням безпечної експлуатації сорбційної установки та умовам праці на робочих місцях сорбційної установки молочного підприємства.

Підрозділ охорони навколишнього середовища, що підпорядковується головному інженеру підприємства, відповідає за організацію природоохоронних заходів у сфері виробництва молочної продукції. Штат підрозділу складає 3 спеціалісти.

Ключовим нормативно-правовим актом у системі законодавства України щодо охорони праці є Закон України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р. №2694-ХІІ, остання редакція якого затверджена Законом України від 21 листопада 2002 р. №229-ІV.

Забезпечення безпечних та небезпечних умов праці на виробництві потребує значних капіталовкладень та впровадження результатів науково-дослідних розробок у сфері охорони праці. Отже, компетентність інженерно-технічного персоналу у питаннях охорони праці є надзвичайно важливою.

Забезпечення безпечних умов праці є ключовим фактором підвищення продуктивності та економічного зростання підприємства. Ефективне управління охороною праці є невід'ємною складовою загальної системи менеджменту, оскільки лише високий рівень безпеки гарантує успішне виконання завдань та досягнення оптимальних економічних показників [28].

4.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих речовин

Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих речовин у контексті охорони праці є важливим етапом для забезпечення безпеки працівників на робочому місці. Основні аспекти які слід враховувати:

1. Визначення небезпечних і шкідливих речовин:

- Небезпечні речовини: Це речовини, які можуть викликати шкоду здоров'ю або навколишньому середовищу. До них відносять токсини, канцерогени, мутагени, алергени тощо.

- Шкідливі речовини: Це речовини, що можуть погіршити здоров'я працівників при певних умовах експозиції, але не завжди є небезпечними.

2. Класифікація небезпечних речовин:

- Фізичні характеристики: гази, рідини, тверді речовини.

- Хімічні властивості: реакція з водою, легкозаймисті, вибухонебезпечні.

- Токсичність: легкі, середні, сильнодіючі токсини.

3. Оцінка ризиків:

- Ідентифікація джерел небезпеки: визначення, де і як може відбутися контакт з небезпечними речовинами.

- Оцінка ймовірності та наслідків: аналіз ймовірності виникнення інциденту і можливих наслідків для здоров'я.

4. Превентивні заходи:

- Заміна небезпечних речовин: використання менш небезпечних альтернатив.

- Контроль за викидами: використання систем вентиляції, фільтрів тощо.

- Забезпечення індивідуального захисту: засоби захисту органів дихання, шкіри, очей.

5. Навчання та інструктаж:

- Проведення тренінгів для працівників щодо роботи з небезпечними речовинами.

- Ознайомлення з правилами безпеки та використання засобів індивідуального захисту.

6. Моніторинг та контроль:

- Регулярна перевірка наявності небезпечних речовин на робочому місці.

- Вимірювання концентрацій шкідливих речовин у повітрі.

7. Висновки та рекомендації:

- Рекомендується постійно оновлювати знання про небезпечні речовини.

- Важливо забезпечити належні умови праці та проведення оцінки ризиків.

Забезпечення безпеки працівників вимагає комплексного підходу, включаючи аналіз небезпечних і шкідливих речовин, впровадження заходів контролю та навчання персоналу.

Додаткові вимоги, норми та положення наведені у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Документи, регулювальні експлуатацію молокозаводу

Регульований питання	Закони, розпорядження
Безпека встанови під час будівництва та експлуатації.	Забезпечення безпеки на всіх етапах, від будівництва до експлуатації, здійснюється відповідно до чинного законодавства про охорону праці, норм безпеки роботи з обладнанням та на виробництві (зокрема, BGR 104, BGR 132), стандартів безпечної експлуатації підприємства, європейських директив (94/9/ЄС), а також вимог щодо запобігання нещасним випадкам та профспілкових норм.
Безпека при роботі з технікою на виробництві.	Законодавство про охорону праці під час експлуатації техніки та виробничих процесів, відповідно до європейських стандартів. Мінімальні вимоги безпеки: GPSGV 1 (робота з низькою напругою), GPSGV 9 (експлуатація техніки), GPSGV 11 та 14.

<p>Безпека встанови під час будівництва та експлуатації.</p>	<p>Нормативно-правова база з охорони праці: Закон про безпеку роботи з обладнанням та на виробництві, стандарти безпеки при роботі з вибуховими речовинами BGR 104, BGR 132, правила експлуатації підприємства, європейські норми 94/9/ЄС, норми запобігання нещасним випадкам та профспілкові вимоги.</p>
<p>Техніка безпеки працівників на робочому місці.</p>	<p>Законодавство про охорону праці. Норми безпеки виробничої діяльності підприємства. Норми роботи з біологічними матеріалами. Заходи запобігання нещасним випадкам на робочих місцях. Норми техніки безпеки та охорони здоров'я у сільському господарстві.</p>

4.2 Вимоги до охорони праці при організації робочого місця працівника

Проаналізовано умови праці в окремому кабінеті виробничого цеху відділу екології молочного підприємства, де працюють три співробітники в зміни. Робоче місце інженера, що обслуговує установку, обладнане столом, ергономічним кріслом та комп'ютером. Дотримання безпеки користувачів комп'ютерної техніки регламентується такими нормативними документами: “Правилами охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин” та “Державними санітарними правилами і нормами роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин” [17].

Нормальна організація робочого місця передбачає сидячу роботу за столом з регульованою висотою робочої поверхні у діапазоні 680-800 мм, оптимально - 725 мм. Робочий стіл повинен забезпечувати достатній простір для ніг: висота не менше 50 см., а глибина на рівні колін від 45 см.,

а на рівні витягнутої ноги не менше 65 см. Положення користувача має забезпечувати прямий погляд на монітор. Нижній край екрана повинен бути розташований на 20 см нижче рівня очей, верхній – на рівні чола, а відстань від очей до екрана – 75-120 см. Робоче крісло має бути підйомно-поворотним, з регулюванням висоти. Для ніг необхідно передбачити діелектричні килимки [21].

Для забезпечення належних умов праці необхідно встановлення систем кондиціонування та зволоження повітря, що забезпечують оптимальний температурний режим, вологість та швидкість повітрообміну. Головною метою створення таких комплексів є реалізація профілактичних заходів, для зміцнення здоров'я, застосовуючи комплексні методи психологічного розвантаження, фізичної культури та фізіотерапевтичних процедур, з урахуванням гігієнічних норм.

4.3 Забезпечення нормативних значень показників мікроклімату і чистоти повітря

До визначення мікроклімату виробничого приміщення входять такі параметри: температура, швидкість руху повітря, відносна вологість та інтенсивність теплового випромінювання [31]. Оптимальні умови визначаються з урахуванням пори року та категорії тяжкості виконуваної роботи. Оптимальні та фактичні показники мікроклімату наведено в табл. 4.2.

Енергетичні витрати на роботі характеризуються інтенсивною розумовою діяльністю та, відповідно до чинних норм, відносять до 1Б категорії важкості та супроводжуються певним фізичним навантаженням). У стічних водах містяться шкідливі речовини, проте вони не впливають на макроклімат виробничого середовища через відсутність випаровування [22]. Забезпечено оптимальні та допустимі параметри мікроклімату. Оптимальні параметри створюють комфортні умови, що забезпечують функціонування системи терморегуляції без перенапруження.

Допустимі параметри допускають певне навантаження на систему терморегуляції організму, не завдаючи шкоди здоров'ю [29].

Табл. 4.2 – Оптимальні та фактичні параметри мікроклімату

Пора року	Категорія роботи	Температура Повітря, °С		Швидкість руху Повітря, м/с		Відносна вологість, %	
		Фактична	Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична	Оптимальна
У зимовий період	Легка 16	21,5	21 – 23	0,1	0,1	45	40 – 60
У літній період	Легка 16	23	22 – 24	0,2	0,2	55	40 – 60

4.4 Освітлення робочого місця, заходи для забезпечення нормованих показників освітлення

Виробниче приміщення екологічного відділу освітлюється комбінованим способом: природним (через вікно) та штучним (від освітлювальних приладів) [23]. Приміщення обладнане бічним природним освітленням через одне вікно, з коеф. природнього освітлення більше 2,0%. Детальні характеристики освітлення наведено в таблиці 4.3.

4.5 Заходи і засоби для забезпечення нормативних значень шуму та вібрації

При експлуатації обладнання, для зменшення рівня шуму та організації робочих місць необхідно вживати відповідних заходів, враховуючи ступінь важкості праці. Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот та рівні звуку на робочих місцях не повинні перевищувати встановлених норм. Контроль рівнів шуму на робочому місці

проводять не менше 1 разу на рік. У виробничих приміщеннях рівень вібрації не повинен перевищувати гранично допустимі значення [30].

Таблиця 4.3 - Характеристика освітлення виробництва молочної продукції.

Найменування приміщення	Розряд зорової роботи	Площа підлоги, м ²	Освітлення		
			Природне		Штучне, комбіноване
			Вид освітлення	КПО,	Нормоване освітлення, лк
Виробничі приміщення	III	12,0	бічне	1,8	400

Класифікація зорового навантаження для працівників, що використовують комп'ютери, базується на мінімальному розмірі розглядуваного об'єкта: 0,3-0,5 мм відповідає III розряду.

Рівні шуму та вібрації у цьому приміщенні відповідають вимогам ГОСТ [24]. Щодо електробезпеки:

◆ у виробничому приміщенні, що класифікується як приміщення без підвищеної небезпеки, встановлено три розетки змінного струму 220 В, 50 Гц.

◆ Забезпечення електробезпеки здійснюється шляхом захисного заземлення корпусів комп'ютерів, занулення, захисного відключення, впровадження системи допусків на ремонтні роботи, а також відгородження робочих місць або струмових частин, що перебувають під напругою, та розміщення попереджувальних знаків у небезпечних зонах [32].

4.6 Забезпечення пожежовибухової безпеки

Відповідальність за протипожежні заходи на підприємстві несуть керівники та уповноважені ними особи. На молочному виробництві забезпечено:

- Підтримання в робочому стані пожежної техніки та засобів пожежогасіння;

- створення, за необхідності, підрозділу пожежної охорони;

- своєчасне інформування охорони про несправність пожежної техніки та систем пожежогасіння, водопостачання.

У приміщенні встановлено порошковий вогнегасник, призначений для ліквідації пожеж різних класів (А, В1, С) і також для гасіння початкової стадії загоряння електроустаткування з напругою до 1000 В [25].

4.7 Заходи і засоби для захисту працюючих від ураження електричним струмом

Система технічних, організаційних заходів та засобів, які забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричним струмом - електробезпека.

Вимоги нормативних документів

Відповідно до вимог нормативних документів безпека електроустановок забезпечується наступними заходами:

- недоступністю струмоведучих частин;

- заземленням або зануленням корпусів електроустаткування і елементів електроустановок;

- належної, а в окремих випадках подвійною ізоляцією;

- блокуванням, попереджувальною сигналізацією, написами та плакатами;

- надійним і швидкодіючим автоматичним захисним відключенням;

- застосуванням знижених напруг для живлення переносних струмоприймачів;

- захисним розділенням ланцюгів;

- застосуванням захисних засобів і пристосувань;

- проведенням планово-попереджувальних ремонтів і профілактичних випробувань електрообладнання, що знаходяться в експлуатації;

- проведенням спеціальних навчань, атестації і переатестації осіб електротехнічного персоналу, інструктажів.

Засоби захисту від ураження електричним струмом

На підприємствах електробезпека забезпечуватися інженерно-технічними засобами окремо або в поєднанні один з одним. До цих засобів можна віднести:

1. занулення;
2. захисне заземлення;
3. мала напруга;
4. захисне відключення;
5. вирівнювання потенціалів;
6. електричне розділення мереж;
7. знаки безпеки.
8. ізоляцію струмоведучих частин;
9. забезпечення орієнтації в електроустановках;
10. недоступність до струмоведучих частин;

Інженерно-технічні засоби та способи захисту, повинні використовуватися з урахуванням наступних факторів:

- номінальної напруги, роду і частоти струму електроустановки;
- способу електропостачання;
- види виконання;
- режиму нейтралі нульової точки джерела живлення електроенергією;
- характеристики приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом;
- можливості зняття напруги з струмоведучих частин;

Стан ізоляції струмоведучих частин визначає ступінь безпеки експлуатації електроустановок. Є три параметра, що характеризують стан

ізоляції електропроводів: електричною міцністю, електричним опором і діелектричними втратами.

Орієнтація в електроустановках забезпечується розпізнавальним фарбуванням. На основі вимог Правил улаштування електроустановок електрична проводка повинна забезпечувати можливість легко розпізнавати провідники по всій довжині мережі. Синій колір використовують для позначення нульового робочого провідника; двоколірна комбінація зеленого та жовтого кольору - для позначення нульового захисного провідника; двоколірна комбінація зеленого та жовтого кольору по всій довжині з блакитними мітками на кінцях лінії, які наносять при монтажі, для позначення суміщеного нульового робочого та нульового захисного провідників; чорний, коричневий, червоний, фіолетовий, сірий, рожевий, білий, помаранчевий, бірюзовий кольору застосовують для позначення фазних провідників.

Досягнення недоступності струмоведучих частин електроустановок здійснюється огорожею і розташуванням їх на недоступній для людини висоті.

Також важлива наявність попереджувальних плакатів, для попередження про небезпеку. Ці плакати поділяють на 4 групи: застережливі, заборонні, плакати що дозволяють та плакати нагадують.

РОЗДІЛ 5. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

5.1 Правові основи ЦЗ на проєктованому підприємстві

Щоб запобігти надзвичайним ситуаціям, ліквідувати їх наслідки та надати допомогу постраждалим, необхідно організувати на підприємстві ефективну систему цивільного захисту.

Правовою основою цивільного захисту - є Конституція України, Кодекс цивільного захисту України (КЦЗ), інші чинні закони України, а також акти Президента України та Кабінету Міністрів України. Основними складовими ЦЗ є:

- захист населення і територій від надзвичайних ситуацій: одним з ключових завдань цивільного захисту є запобігання виникненню надзвичайних ситуацій. Це досягається шляхом розробки та впровадження заходів з попередження техногенних та природних небезпек, встановлення норм техногенної та пожежної безпеки, контролю за дотриманням цих норм, проведення аудитів технічного стану об'єктів та оцінки ризиків;
- запобігання надзвичайним ситуаціям: цивільний захист включає планування та підготовку до реагування на надзвичайні ситуації. Це означає створення системи керівництва, структури органів управління цивільного захисту, підготовку та перепідготовку кадрів, розробку планів надзвичайних ситуацій, встановлення системи спостереження та моніторингу за потенційно небезпечними об'єктами, створення мережі зв'язку та системи оповіщення;
- реагування на надзвичайні ситуації та ліквідація їх наслідків: в разі виникнення надзвичайної ситуації цивільний захист включає швидку реакцію, координацію та керівництво рятувальними та ліквідаційними роботами, забезпечення безпеки населення та охорони його здоров'я, надання медичної, психологічної та матеріальної допомоги потерпілим, організацію евакуації та тимчасового розміщення постраждалого населення;

- забезпечення заходів цивільного захисту;
- Відновлення після надзвичайних ситуацій: Після ліквідації надзвичайної ситуації важливо відновлювати пошкоджені об'єкти, життєзабезпечення та інфраструктуру, забезпечувати соціальну підтримку постраждалому населенню, а також проводити аналіз причин виникнення та провалених заходів попередження, щоб уникнути подібних ситуацій у майбутньому.

Під час карантинних обмежень пріоритетним завданням є забезпечення пожежної безпеки та ЦЗ. Державна політика у сфері цивільного захисту здійснюється через єдину державну систему цивільного захисту (ЄДСЦЗ), яка складається з територіальних та функціональних підсистем та їх складових [26].

Залежно від масштабів й особливостей надзвичайної ситуації ЄДСЦЗ функціонує у режимах:

- повсякденного функціонування;
- підвищеної готовності;
- надзвичайної ситуації;
- надзвичайного стану.

Режим звичайного функціонування встановлюється за умови стабільної виробничо-промислової, радіаційної, хімічної, сейсмічної, гідрогеологічної, гідрометеорологічної, техногенної та пожежної ситуації, а також за відсутності епідемій, епізоотій та епіфітотій [33]. У разі виникнення загрози надзвичайної ситуації, рішенням Кабінету Міністрів України, обласних та міських державних адміністрацій для ЄДСЦЗ тимчасово встановлюється режим підвищеної готовності, повністю або частково для окремих територіальних підсистем. У разі надзвичайної ситуації вводиться режим надзвичайної ситуації. Режим надзвичайного стану тимчасово запроваджується на територіях, де відповідно до Закону України «Про правовий режим надзвичайного стану» від 16 березня 2000 року № 1550-III, діє правовий режим надзвичайного стану.

Завдання цивільного захисту відіграє важливу роль у забезпеченні безпеки населення та ліквідації наслідків різних надзвичайних ситуацій.

Цивільний захист охоплює широкий спектр заходів, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям, а також відіграє роль в організації евакуації та рятувальних робіт, захисті населення від наслідків надзвичайних ситуацій, в наданні допомоги потерпілим, ефективному використанні ресурсів та проведенні навчання.

Важливу роль цивільного захисту відіграє евакуація населення у разі виникнення надзвичайної ситуації. Під евакуацією розуміють організоване та безпечне переміщення людей з небезпечної ділянки до безпечних місць.

Є кілька важливих та невід'ємних елементів в процесі евакуації:

- Наявність евакуаційних планів;
- Сигналізація;
- Розташування евакуаційних виходів.

Ще одна важлива задача полягає у забезпеченні постійної готовності органів управління цивільного захисту, а також сил цивільного захисту та засобів цивільного захисту. Це передбачає регулярну підготовку, наявність регулярних тренувань, забезпечення відповідного обладнання, ресурсів та матеріалів для швидкого та ефективного реагування на надзвичайні ситуації.

Наступним аспектом цивільного захисту є оповіщення населення про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій. Вона складається з розробки та впровадження систем оповіщення, що дає змогу швидко проінформувати населення у разі виникнення надзвичайної ситуації. Також це дасть змогу надавати рекомендації щодо дій великій кількості населення.

Ключовим аспектом цивільного захисту є організація і проведення рятувальних робіт. Це включає в себе:

- швидку реакцію на надзвичайну ситуацію;
- розташування рятувальних загонів в осередках ураження;
- використання спеціального обладнання та техніки для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Важливою задачею цивільного захисту є захист населення від наслідків надзвичайних ситуацій, незалежно від її характеру (техногенного або природного). Тут відбувається:

- розробка та впровадження заходів,
- спрямованих на зменшення ризиків,
- забезпечення безпечних умов проживання та роботи,
- надання допомоги та підтримки потерпілим.

В свою чергу надання допомоги населенню у надзвичайних ситуаціях включає невідкладну психологічну та медичну допомогу потерпілим, а також організацію життєзабезпечення постраждалого населення. Для цього необхідно забезпечити необхідними ресурсами, такими як їжа, вода, медикаменти та іншими матеріальними потребами, для забезпечення безпеки та виживання людей.

Створення, збереження і раціональне використання матеріальних ресурсів включає забезпечення наявності необхідного обладнання, засобів індивідуального захисту, матеріалів а також інших ресурсів для ліквідації надзвичайних ситуацій. Важливим моментом є організація заходів, щодо ефективного використання ці ресурсів та забезпечення їх збереження для максимальної ефективності цивільного захисту.

Не менш важливу роль у цивільному захисті відіграє проведення навчання. Навчання включає:

- підготовку та перепідготовку керівного складу органів управління, сил цивільного захисту та населення з питань безпеки,
- використання засобів індивідуального захисту, дій при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру,
- надання домедичної та медичної допомоги, а також взаємодопомоги.

Для удосконалення системи цивільного захисту важливо збирати та аналізувати інформацію про надзвичайні ситуації, що дасть змогу запобігати подібним ситуаціям у майбутньому.

5.2 Організація ЦЗ на проектованому підприємстві Обов'язки суб'єктів господарювання у сфері ЦЗ

На всіх підприємствах, в установах та організаціях незалежно від форм власності та підпорядкування впроваджуються системи цивільного захисту (ЦЗ) [35].

Один з найважливіших елементів протидії надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру є об'єктовий рівень територіальної підсистеми Єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДСЦЗ) [27].

Статтею 20 Кодексу цивільного захисту України (КЦЗ) визначено завдання та обов'язки суб'єктів господарювання у сфері ЦЗ. До обов'язків суб'єктів господарювання належить:

- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- розміщення інформації про заходи безпеки та порядок дій у разі аварії;
- організація та проведення евакуаційних заходів щодо працівників та майна під час надзвичайних ситуацій;
- створення об'єктових формувань ЦЗ, забезпечення їхньої матеріально-технічної бази та готовності до виконання завдань.

Цивільний захист (ЦЗ) організовано на всіх підприємствах, в установах та організаціях незалежно від форм власності та підпорядкування. Об'єктовий рівень територіальної підсистеми Єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДСЦЗ) є одним із найважливіших елементів протидії надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру.

Завдання та обов'язки суб'єктів господарювання у сфері ЦЗ визначені статтею 20 Кодексу цивільного захисту України (КЦЗ). Зокрема, до обов'язків суб'єктів господарювання належать:

- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;

- розміщення інформації про заходи безпеки та порядок дій у разі аварії;
- організація та проведення евакуаційних заходів щодо працівників та майна під час надзвичайних ситуацій;
- створення об'єктивних формувань ЦЗ, забезпечення їхньої матеріально-технічної бази та готовності до виконання завдань.

Цивільний захист (ЦЗ) впроваджується на всіх підприємствах, в установах та організаціях незалежно від форм власності та підпорядкування. Об'єктовий рівень територіальної підсистеми Єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДСЦЗ) є одним із найважливіших елементів для протидії надзвичайним ситуаціям техногенного та природного характеру [27]. Завдання та обов'язки суб'єктів господарювання у сфері ЦЗ визначені статтею 20 Кодексу цивільного захисту України (КЦЗ). До обов'язків суб'єктів господарювання належать: забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту, розміщення інформації про заходи безпеки та порядок дій у разі аварії, організація та проведення евакуаційних заходів щодо працівників та майна під час надзвичайних ситуацій, а також створення об'єктних формувань ЦЗ та забезпечення їх необхідною матеріально-технічною базою та готовністю до виконання завдань.

5.3 Документи з цивільного захисту на підприємстві

Структура цивільного захисту об'єктової ланки територіальної підсистеми Єдиної державної системи цивільного захисту (ЄДСЦЗ) включає органи управління, сили та засоби цивільного захисту (ЦЗ). Їх формування на підприємствах здійснюється відповідно до наказу або розпорядження керівника для забезпечення організації профілактики, реагування та ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків.

До структури ЦЗ об'єктового рівня входять:

- постійні органи управління ЦЗ (начальник ЦЗ підприємства, спеціально уповноважена особа з питань надзвичайних ситуацій, чергові та

диспетчерські служби);

- координаційні органи управління (комісія з питань надзвичайних ситуацій); органи управління з ліквідації надзвичайних ситуацій (спеціальна комісія, уповноважений керівник, штаб з ліквідації надзвичайних ситуацій);

- сили ЦЗ підприємства (невоєнізовані формування та спеціалізовані служби ЦЗ, загального та спеціального призначення);

- об'єктова евакуаційна комісія.

Повноваження та обов'язки начальника ЦЗ виконує керівник підприємства [27].

Для запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру підприємство вживає заходів щодо захисту працівників, об'єктів господарювання та довкілля, а саме:

- підтримує в постійній готовності сили та засоби для запобігання та ліквідації НС;

- формує та підтримує матеріальні резерви для реагування на НС;

- інформує працівників про порядок повідомлення про загрозу або виникнення НС.

Начальник ЦЗ зобов'язаний вживати організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних та інших необхідних заходів.

ВИСНОВКИ

1. Очищення води є одним із ключових завдань сучасного суспільства, що стоїть перед науковцями, інженерами та екологами. Стічні води молокопереробних підприємств характеризуються значним рівнем забруднення, що зумовлено технологічними процесами, а також миттям емностей та прибиранням. Адсорбційний метод широко використовуються для очищення стічних вод від органічних та неорганічних речовин, важких металів та інших шкідливих домішок. Використання такого адсорбента, як активоване вугілля для очищення стічних вод виявляється надзвичайно ефективним методом (його ефективність складає до 95%), який привертає все більше уваги дослідників та практиків.

2. Очищення стічних вод є критично важливим для збереження водних ресурсів і забезпечення екологічної безпеки. У роботі подана характеристика стічних вод молокопереробної промисловості, яка дає можливість зробити висновок про наявність забруднень стічних вод високої концентрації. Причиною даної екологічної проблеми є підвищення виробничої діяльності, поганий стан або відсутність очисних споруд на молокопереробному підприємстві.

3. Були наведені способи очищення стічних вод, а саме метод адсорбції. Дослідження демонструє високу ефективність та економічну доцільність методу адсорбції очищення стічних вод на молокопереробних підприємствах.

4. Були наведені правила безпеки та обов'язкові вимоги для працівників. Охорона праці є однією з ключових складових забезпечення безпеки та здоров'я працівників у будь-якій організації чи галузі. Ефективна система охорони праці є необхідною умовою для успішного функціонування будь-якої організації, забезпечуючи не лише безпеку та здоров'я працівників, але й довготривалу стабільність і успіх підприємства. Впровадження та дотримання даних ефективних заходів охорони праці має

стати пріоритетний завданням для підприємства.

5. Розглянуто поняття захисту населення та території у разі надзвичайної ситуації. Цивільний захист є важливою складовою забезпечення безпеки та захисту населення від різноманітних загроз, як природних, так і техногенних. Він охоплює широкий спектр заходів і механізмів, що сприяють попередженню, реагуванню та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Якість води. Словник термінів: ДСТУ ISO 6107-1: 2004-ДСТУ ISO 6107-9: 2004. [Чинний від 2005-04-01] К.: Держспоживстандарт України, 2006. 181 с.
2. Wagher Martin. Wie sieht die Abwasser benandlung der Zukunff aus-vierte, funfte, sechste Reinigungstufe. Wagher Martin, Perzet Sebastian. KA Korresp. Abwasser, Abfall. 2008. №5. P. 459-462.
3. Suares E. Demineralisation of whey and milk ultrafiltrationa permeate by means of nanofiltration. Suares E., Lobo A., alvares S., Riera F.A., Alvares R. Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries. Siofok, 2-6 Sept. 2007. №1-3. P. 272-280.
4. Krzywy Edward. Wykorzystonie odpadow przemyslowych do sytwarzania mieszanin nanozowych. Krzywy Edward, Mazdter Ewa, Woloszyk Czeslaw. Przem. chem. 2013. №7. P.1261-1263.
5. Chidorri R. Ferry oily wastewater treatment. Chidorri R., Veyrel D., Scotto J.L., Jalabert T., Moulin P. Separ. and Purif. Technol. 2009. №3. P. 296-300.
6. Yoon T. I. Characteristics of dissolved organic matter after treatment by clinoptilolite amended activated sludge in association with coagulation process. Yoon T. I., Choi K. H., Kim C.G. Desalination. 2009. №1-3. P. 229-239.
7. Zhang Weikang. Phosphorus removal from wastewater by lanthanum modified Y zeolites. Zhang Weikang, Tian Yc, Front. Chem. Sci. and Eng. 2015. №2. P. 209-215.
8. Neue Anwendungen der Nanotechnologie fur die Wasserreinigung. Galvanotechnik. 2015. №5. P.1076-1088.
9. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод / В.А. Ковальчук. Рівне, Рівненська друкарня, 2002. 622 с.
10. Гвоздяк П.І. Наукове обґрунтування, розробка і впровадження в практику нових біотехнологій очищення води / П.І. Гвоздяк, Л.І. Глоба //

Хімія і технологія води. 1998. т.20. №1. 61-67 с.

11. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / [Запольський А.К., Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М. та ін.]: за ред. Запольського А.К. К.: Лібра, 2000. 552 с.

12. Саблій Л.А. Фізико-хімічне та біологічне очищення високонцентрованих стічних вод: Леонографія. Рівне: НУ ВП. 2013. 291 с.

13. Roetz M. Sorption phenomena of modification of clinoptilolite tuffs by surfactant cations. Roetz M., Ivanek Siputis D., Sekovaniz L., Miljaniz S., Gurkovis L., Hrenovis J.J. Colloid and Interface Sci. 2009. №2. P. 295-301.

14. Wang Chunfeng. Adsorption of dye from wastewater by zeolites synthesized from fly ash: kinetic and equilibrium studies. Wang Chunfeng, Li Jiansheng, Wang Lianjun, Sun Xiuyun, Huang Jiajia. Chir. J. Chem. Eng. 2009. №3. P. 513-521.

15. Cimpoiu Claudia. Preliminary investigations on clinoptilolite usage as selective adsorbent for wastewater analis. Cimpoiu Claudia, Majcaneany Andrada, Hosu Anamaria, Bedeleian Horea. Stud. Univ. Babes-Bolyat. Chem. 2011. №1 P. 243-248.

16. Айрапетян Т. С. Технологія очистки стічних вод: конспект лекцій для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 194. Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології) / Т. С. Айрапетян; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 120 с.

17. Васильчук М., Дуброва Н. Безпека життєдіяльності. Вид-во «Основа», 2004. 167 с.

18. Охорона та раціональне використання водних ресурсів. Луцький Національний Технічний Університет. URL: elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/готовий_бондарчук/page8.html (дата звернення: 27.11.2024);

19. Поводження із стічними водами підприємства. Журнал «Екологія підприємства» №4, видавництво «ТЕХ МЕДІА ГРУП». 2022.

URL: <https://ecolog-ua.com/news/yakyy-metod-ochyshchennya-stichnyh-vod-neobhidno-zastosovuvaty-na-pidpryyemstvi> (дата звернення: 05.11.2024);

20. В. О. Смирнов, В. С. Білецький. Адсорбційне очищення стічних вод. Флотаційні методи збагачення корисних копалин. Донецьк: Східний видавничий дім, 2010. 492 с.

21. Про затвердження Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників. Наказ №-67 від 14.02.2012 № 226/20539. Київ: Міністерство надзвичайних ситуацій України (МНС України), 2012.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0226-12#Text> (дата звернення: 12.11.2024);

22. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников. Вид. 2-е, стереотипне. Львів: Афіша, 2000. 348с.

23. Основи охорони праці. Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти. Харків, ХНАМГ, 2007. 227с. URL: <https://e-pidruchniki.com/content/osvitlennya-vyrobnychyh-prymishhen.html> (дата звернення: 13.11.2024);

24. «Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови». Наказ № 463 від 20.03.2019 № 281/33252. Київ: МОЗ України (МОЗ України), 2019.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0281-19#Text> (дата звернення: 08.11.2024);

25. «Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні». Наказ № 1417 від 05.03.2015 № 252/26697. Київ : М-во внутр. справ України (МВС України), 2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 16.11.2024);

26. Завдання цивільного захисту. Вид. «ТЕХНОСПЕКТР-СЕРВІС». Київ. 2024. URL: <https://ts.kiev.ua/zavdannya-tsyvilnoho-zakhystu/> (дата

звернення: 11.12.2024);

27. «Кодекс цивільного захисту». Наказ № 5403-VI від 2 жовтня 2012 року. Київ. 2012.

URL:http://www.specteh.org.ua/images/stories/normativnye_dokumenty/kodeks_civlnogo_zahistu_ukraini.pdf (дата звернення: 27.11.2024);

28. «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Тігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»». Наказ № 248 від 06.05.2014 № 472/25249. Київ : МОЗ України (МОЗ України). 2014. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text> (дата звернення: 02.11.2024);

29. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату. Вид. 2-е, стереотипне. Львів: Афіша, 2000. 348с. URL: https://pidru4niki.com/1222090538277/bzhd/zagalni_zahodi_zasobi_normalizatsiyi_parametriv_mikroklimatu (дата звернення: 02.12.2024);

30. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Вібрація. Вид. 2-е, стереотипне. Львів: Афіша, 2000. 348с. URL: <https://pidru4niki.com/1181092038290/bzhd/vibratsiya#789> (дата звернення: 02.11.2024);

31. «Про затвердження примірних положень в бактеріологічній службі системи». Наказ №500 від 28.12.2002. Київ: МОЗ України. 2002. URL:https://zakononline.com.ua/documents/show/41698__41698 (дата звернення: 02.11.2024);

32. Винокуров Л., Васильчук М. Охорона праці. Київ : «Вікторія», 2001. 30 с.

33. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. Пожежна безпека будівель та споруд. Вид. 2-е, стереотипне. Львів: Афіша, 2000. 348с. URL: https://pidru4niki.com/1726012438340/bzhd/pozhezhna_bezpeka_budivel_sporud#503 (дата звернення: 28.11.2024);

34. Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. 187-188 с.
35. ДСТУ. Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури. Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш; за заг. ред. Р. А. Шмига. Львів, 2010. 86 с.
36. Часова, Е., & Демчишина, О. (2019). Адсорбція як один із методів вилучення аспар з водних розчинів різної природи. Молодий вчений, 10 (74), с. 27-29.
37. «Про затвердження Правил охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами». Наказ №465 від 25.03.1999. Київ: Кабінет Міністрів України. 2013. URL:<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/465-99-%D0%BF#Text> (дата звернення: 02.11.2024);
38. Джигирей В.С. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища / В.С. Джигирей, В.М. Сторожук, Р.А. Яцюк. Львів: Афіша, 2000. 272 с.
URL:https://pidru4niki.com/1593110641665/ekologiya/fiziko-himichne_ochischennya_stichnih_vod (дата звернення: 01.11.2024);
39. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти / В.К. Хільчевський. Київ: ВЦ «Київський університет». 199-321 с.
40. Мальований М.С. Адсорбційні процеси очищення стоків від органічних розчинників / Мальований М.С., Петрушка І.М., Стокалюк О.В. // Національний університет «Києво-Могилянської академії». Київ. 2009. 55 с.;
41. Петрушка І.М. Перспективи застосування адсорбційних технологій в захисті навколишнього середовища / Петрушка І.М., Мальований М.С., Петрусь Р. // Збірник наукових статей III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology 2011). Вінниця. 2011. Том 1. 521-523 с.;

42. Запольський А.К. Основи екології: підруч. /А.К. Запольський, А.І. Салюк. Київ: Вища школа, 2004. 382 с.;

43. Якість води. Словник термінів: ДСТУ ISO 6107-1: 2004-ДСТУ ISO 6107-9: 2004. [Чинний від 2005-04-01] Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 181 с. (Національний стандарти України).