

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природоохоронних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

за спеціальністю 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

Тема роботи: Екологічні аспекти отримання енергетичного біогазу в технологіях захисту довкілля

Завідувач кафедри Пляцук Л. Д. _____
(підпис)

Керівник проекту Пляцук Л. Д. _____
(підпис)

Консультанти:

з охорони праці Фалько В.В. _____
(підпис)

Виконавець

студент групи ТСм-11 Демченко В. П. _____
(підпис)

Суми 2022

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
_____ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА Демченко Валентини Петрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Екологічні аспекти отримання енергетичного біогазу в технологіях захисту довкілля

затверджена наказом по університету від "03" листопада 2022 р. № 1006-VI

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 20 листопада 2022 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

технологія процесу метанового бродіння, методика розрахунку енергетичного потенціалу метантенка, хімічні показники стічних вод підприємств молочної промисловості

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

Роль процесу метанового бродіння у технологіях захисту навколишнього середовища, Екологічні аспекти застосування метанового бродіння при утилізації стоків підприємств молочної галузі, Розробка технологічної лінії очистки стоків молочного заводу, Економічне обґрунтування впровадження технології очищення стічних вод і виробництва біогазу на підприємствах молочної галузі

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Схеми біогазових установок різних типів, Класифікація забруднень стічних підприємств молочної галузі, схема технологічної лінії очистки стоків молочного заводу

Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Фалько В.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Розділ 1. Роль процесу метанового бродіння у технологіях захисту навколишнього середовища	Квітень-Вересень 2022 р.	
2	Розділ 2. Екологічні аспекти застосування метанового бродіння при утилізації стоків підприємств молочної галузі	Вересень-Жовтень 2022 р.	
3	Розділ 3. Розробка технологічної лінії очистки стоків молочного заводу	Жовтень-листопад 2022 р.	
4	Розділ 4. Економічне обґрунтування впровадження технології очищення стічних вод і виробництва біогазу на підприємствах молочної галузі	Листопад 2022 р.	
5	Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Листопад 2022 р.	

5. Дата видачі завдання _____ 24.09.2022 _____

Студент _____

Керівник проекту _____

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 32 найменування. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 55 с., у тому числі 4 таблиць, 12 рисунків, перелік джерел посилання 4 сторінки.

Мета роботи полягає в аналізі сучасних рішень щодо впровадження технології метанового бродіння в виробничі цикли промисловості.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі завдання:

- вивчення ролі процесу метанового бродіння у технологіях захисту навколишнього середовища;
- можливості отримання енергії від процесу утилізації відходів різного генезису;
- аналіз особливостей стічних вод молочної промисловості;
- дослідження можливості впровадження процесу метанового бродіння до виробничого процесу молочного заводу.

Об'єкт дослідження – процес енергетичної утилізації стічних вод молочного заводу.

Предмет дослідження – екологічно безпечні технології утилізації стічних вод молочного заводу в енергетичних цілях, спрямовані на зниження обсягів впливу підприємства на навколишнє природне середовище та раціональне використання енергетичних ресурсів.

Ключові слова: МОЛОЧНІ ЗАВОДИ, СТОКИ, БІОГАЗ, МЕТАНТЕНКИ

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1 Роль процесу метанового бродіння у технологіях захисту навколишнього середовища	7
1.1 Сучасний стан та перспективи виробництва біогазу в Україні	7
1.2 Можливості застосування відходів різного генезису у якості сировини для виробництва біогазу.....	10
1.3 Огляд можливостей апаратного оформлення процесу метаброгенезу	12
Розділ 2 Екологічні аспекти застосування метанового бродіння при утилізації стоків підприємств молочної галузі	18
2.1 Характеристика стічних вод підприємств молочної галузі.....	18
2.2 Проблема поводження із стоками підприємств молочної галузі.....	22
2.3 Особливості процесу метанового бродіння під час очистки стічних вод підприємств молочної галузі	25
Розділ 3 Розробка технологічної лінії очистки стоків молочного заводу.....	30
1.1 Апаратно-технологічна схема та її опис	30
3.1.1 Вилучення великих часток та жиру	32
3.1.2 Змішування, нейтралізація та регулювання потоку стічних вод.....	34
3.1.3 Підігрівання стоків в теплообміннику	35
3.1.4 Анаеробна обробка в метантенках I та II стадії	36
3.2 Розрахунок теплового балансу метантенків	37
Розділ 4 Економічне обґрунтування впровадження технології очищення стічних вод і виробництва біогазу на підприємствах молочної галузі	39
Розділ 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	42
5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що виникають в процесі енергетичної утилізації відходів молочних заводів	42
5.2 Розрахунок освітлення лабораторії	44
5.3 Охорона праці при роботі на біогазових установках	47
Висновок.....	51
Перелік джерел посилання	52

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

ТС 21510179

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.		Демченко			Екологічні аспекти отримання енергетичного біогазу в технологіях захисту довкілля	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Пляцук					4	55
Н.Контр		Батальцев				СумДУ, ф-т ТеСЕТ		
Затв.		Пляцук				гр. ТСМ-11		

РОЗДІЛ 1 РОЛЬ ПРОЦЕСУ МЕТАНОВОГО БРОДІННЯ У ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1 Сучасний стан та перспективи виробництва біогазу в Україні

Малооб'ємні біогазові установки не отримали широкого впровадження в Україні. Були лише окремі спроби побудувати такий пристрій, але роботи припинялися з різних причин.

У 1982 році в селі Гребінки що на Київщині була побудована біогазова установка малої потужності «Кобос 1». Один модуль установки має реактор об'ємом 125 кубічних метрів. Установка призначена для обробки гною від 400 корів або 3000 свиней. Виробництво біогазу становить 250 м³ на добу. Час перебування субстрату в реакторі становить 11 діб. Температура всередині реактора становить 40 °С.

У 1984 році Промислова та дослідницька асоціація сумського науково-виробничого об'єднання ім. Фрунзе побудувала біогазовий завод Biogas 301С для переробки гною з власної свиноферми на 3000 свиней. Виробництво біогазу становить 350 м³ на добу. Час перебування субстрату в реакторі становить 10 діб. Температура всередині реактора становить 55 °С. Біогаз використовується в котельні для отримання тепла для самої ферми.

Науково-виробниче об'єднання «УкрНДІагропроект» спільно з Інститутом мікробіології та вірусології НАН України збудували на Київській птахофабриці дослідно-промислову біогазову установку. Об'єм реактора становить 20 м³, а виробництво біогазу – 60 м³ на добу.

Перша промислова демонстраційна біогазова установка запрацювала в 1993 році для обробки гною свиноферми комбінату «Запоріжсталь». Теплова енергія використовується для забезпечення власних потреб підприємства. [1, 2].

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Вип. №	
Підп. і дата	
Інв.№	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк
						7

000 тонн свинячого гною та 10 000 тонн кукурудзяного силосу на рік є достатньою потужністю для електростанції потужністю 1 МВт [6].

У 2017 році в Україні було побудовано 4 біогазові комплекси загальною встановленою потужністю 7,33 МВт_{теп} та розпочато виробництво біогазу. Найбільшою з них є перша черга біогазового комплексу «Україна-2001» потужністю 5,1 МВт_{теп}, що робить її другою за встановленою потужністю МВт_{теп} після біогазового комплексу «Миронівський хлібопродукт» (потужністю 5,7 МВт_{теп}). Хоча потенціал біогазового комплексу АПК «Астарта-Київ» становить 13,9 МВт_{теп}.

Низка законодавчих реформ створила позитивний імпульс для реалізації так званих «зелених» проектів, ключовими з яких є: вдосконалення «зелених» тарифів та їх прив'язка до курсу євро до 2030 року; скасування вимог щодо «місцевих» компонентів; запровадження використання Субсидій на українське обладнання; довгострокові договори на закупівлю електроенергії за «зеленим» тарифом.

Розвитку в цій сфері сприяв Закон України «Про забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії», розроблений і ухвалений у 2015 році, який підвищив «зелений» тариф на електроенергію, вироблену з біомаси та біогазу, на 10% до рівня 0,1238 євро/кВт-год. . Станом на 1 липня 2018 року ціна «зеленої» електроенергії становила 379,4 коп./кВт-год без ПДВ. В Україні станом на 1 січня 2018 року за «зеленим» тарифом працювало 39,2 МВт_{теп} біогазових електростанцій. При цьому 24,8 МВт_{теп} загальної встановленої потужності становлять установки для виробництва біогазу з відходів сільського господарства [7].

Держплан передбачає суттєве збільшення встановленої потужності біогазових установок. Перспективи розширення виробництва біогазу в Україні підтверджують актуальність удосконалення процесів метанового бродіння. План виконання національної програми передбачає пошук нових видів сировини для виробництва біогазу. Використання однієї сировини для отримання біогазу є

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк
						9

неефективним з енергетичної точки зору. Щоб збільшити виробництво біогазу, зазвичай проводять біогазове спільне бродіння кількох видів сировини. Наприклад, у Німеччині вирощують кукурудзу для використання енергії в силосі для біогазових установок [1-3]

1.2 Можливості застосування відходів різного генезису у якості сировини для виробництва біогазу

В умовах загострення проблем енергопостачання в Україні необхідно проаналізувати структуру існуючих джерел енергії на користь технологій з використанням відновлюваних ресурсів. Одним із перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є виробництво та використання біопалива. В Україні є необхідні умови для розвитку у напрямку відновлюваної енергетики. По-перше, в країні активно розвивається аграрний сектор, який є джерелом великої кількості різноманітних відходів і залишків. Найбільшу частину потенціалу біомаси становлять сільськогосподарські залишки, які часто утилізуються непродуктивно. Крім того, використання відновлюваної енергетики вирішить багато важливих завдань, таких як: зменшення залежності від імпорту енергоресурсів, розвиток агропромислового комплексу, створення нових робочих місць і зрештою покращення екологічної ситуації в країні. На жаль, біоенергетика в Україні розвивається не такими швидкими порівняно зі світовими показниками. Європа досягла великих успіхів у цій сфері, і її досвід є безцінним для України [8].

За основними галузями виробництва та споживання органічні відходи можна розділити на:

- сільське господарство (рослинництво, тваринництво);
- харчова промисловість;
- деревообробна промисловість;
- муніципальні відділи.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

Арк
10

У сільському господарстві органічні відходи можна розділити на відходи рослинництва та відходи тваринництва.

Відходи тваринницької промисловості вважаються одним із найперспективніших джерел для отримання енергії шляхом анаеробного бродіння в біореакторах. Вони доступні в будь-якому господарстві, не вимагають попередньої обробки та сортування, не складні в транспортуванні [9].

В Україні існує великий потенціал використання гною худоби в системах біоконверсії з метою енергозбереження (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Енергетичний потенціал відходів тваринницького комплексу України

Джерело відходів	Вихід відходів, 10 ⁶ т/рік	Вихід біогазу, 10 ⁹ , м ³ /рік	Нижча робоча теплота згорання, МДЖ/м ³	Енергетичний потенціал відходів, млн. т. у. п/рік
Велика рогата худоба	58,4	1,46	23	1,44
Свині	4,79	0,124	21	0,088
Птахи	2,8	0,11	21	0,079
Всього	65,99	1,694	-	1,311

При коливаннях поголів'я у великих господарствах поголів'я має тенденцію до зменшення, а в дрібних - до збільшення. Таким чином, загальні вихідні відходи, доступні для системи біоконверсії, залишаються майже постійними [9].

Для виробництва енергії можна використовувати будь-які рослинні відходи з високим вмістом целюлози - солому, кукурудзу, соняшник та інші культури. Полісахариди складаються з основних ланцюгів ангідроглюкози, полі-1,4-β-D-глюкопіранозил-D-глюкопіранози [10].

Численні дослідження показали, що за енергетичними властивостями відходи соломи харчових культур, ріпаку, кукурудзи та соняшнику фактично не

Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Інв.№одубл.
Підп. і дата
Інв.№подл.

поступаються деревині (таблиця 1.2). Проте спалювання тюків соломи вважалося недоцільним через неефективність обладнання (низька щільність соломи та відносно висока вологість) та незручність їх великих розмірів. Тому виробництво твердого палива (пелет або брикетів) з рослинних залишків вважається найбільш вірогідним і скорочує споживання виснажливих природних ресурсів.

Таблиця 1.2 – Частка відходів на 1 т вироблення сільськогосподарської продукції

Вид с/г культур	Вихід відходів	Залишки виробництва на 1 т готової продукції
Рис	Солома, лушпиння	1,5 відходів
Пшениця	Солома, лушпиння	1,7 відходів
Кукурудза	Солома, листя	2,0 відходів
Ячмінь	Солома, висівки	1,2 відходів

1.3 Огляд можливостей апаратного оформлення процесу метабіогенезу

Вибір біореактора є вирішальним у процесі виробництва біогазу. Залежно від технології приготування сировини та зброджування сучасні біогазові установки бувають двох типів: рідкофазні (понад 85% вологи в органічній речовині після ферментації) і твердофазні (менше 85% вологи в органічній речовині) [16].

Для бродіння необхідно передбачити наступне обладнання: ферментер (бак для біогазу), газовий резервуар (генерує тиск повітря), пристрої контролю та безпеки.

Ферментатори повинні бути повітронепроникними та водонепроникними, стійкими до мулу, виготовленими з бетону, сталі та пластику. Щоб прискорити виділення газу, бродильну масу необхідно перемішувати. Це можна зробити механічно, гідравлічно або шляхом подачі утвореного газу. Для додаткового

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

підігріву субстрату зазвичай використовується енергія отриманого біогазу, або нагрів відбувається за рахунок завантаження свіжого гною. Для збору газу необхідний газгольдер, який виставляється на певний тиск (0,05-200 бар).

Як правило, реальні заводи мають два метантенки (рисунок 1.1). Конверсія метану відбувається в первинних метантенках (ферментаторах), температура яких повинна коливатися в межах 35-40°C. Надійшовшу сюди суміш перемішують до однорідності. Остаточна ферментація та подальше зберігання відбувається у вторинному реакторі, який також підключений до газової мережі заводу. Біогаз очищається від сполук сірки шляхом вдування невеликої кількості повітря в метантенк. Це змушує мікроорганізми окислювати газоподібний сірководень (H_2S) до елементарної сірки, цінного мінерального добрива. Після припинення бродіння воду зливають, а осад висушують і гранулюють [11].

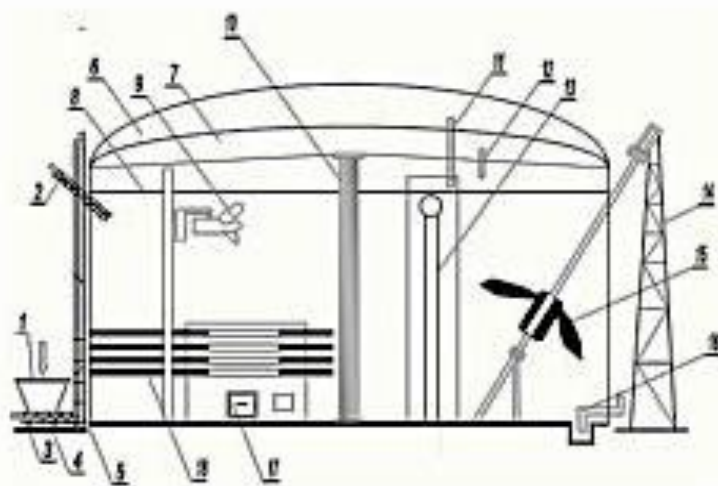


Рисунок 1.1 – Схема рідкофазної біогазової установки: 1 – бункер для сипкого субстрату; 2 – подавальний гвинтовий транспортер; 3 – вагова платформа; 4 – гвинтовий нижній транспортер; 5 – гвинтовий транспортер; 6 – повітряний купол; 7 – біогазовий купол; 8 – рівень наповнення; 9 – вертикальна рухома мішалка; 10 – центральна опора; 11 – труба для подачі повітря; 12 – патрубок для біогазу; 13 – труба для подачі рідкого гною; 14 – опора для мішалки; 15 – похила мішалка; 16 – патрубок для відведення біомаси; 17 – система регулювання температури; 18 – система підігріву біомаси

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

Біогазові установки з анаеробними реакторами такої конструкції сьогодні є основним елементом сучасного безвідходного виробництва в багатьох галузях сільськогосподарської та харчової промисловості.

Твердофазна ферментація — це комбінація безперервних операцій (рисунок 1.2), під час яких субстрат (такий як біологічні відходи, гній, мул, жир або біомаса) вводять у герметичний біореактор, як правило, з нагріванням і змішуванням. У той же час анаеробне хімічне перетворення утворює біогаз. Нині такі біореактори в основному використовуються для когенерації об'ємних мікроТЕЦ [16].

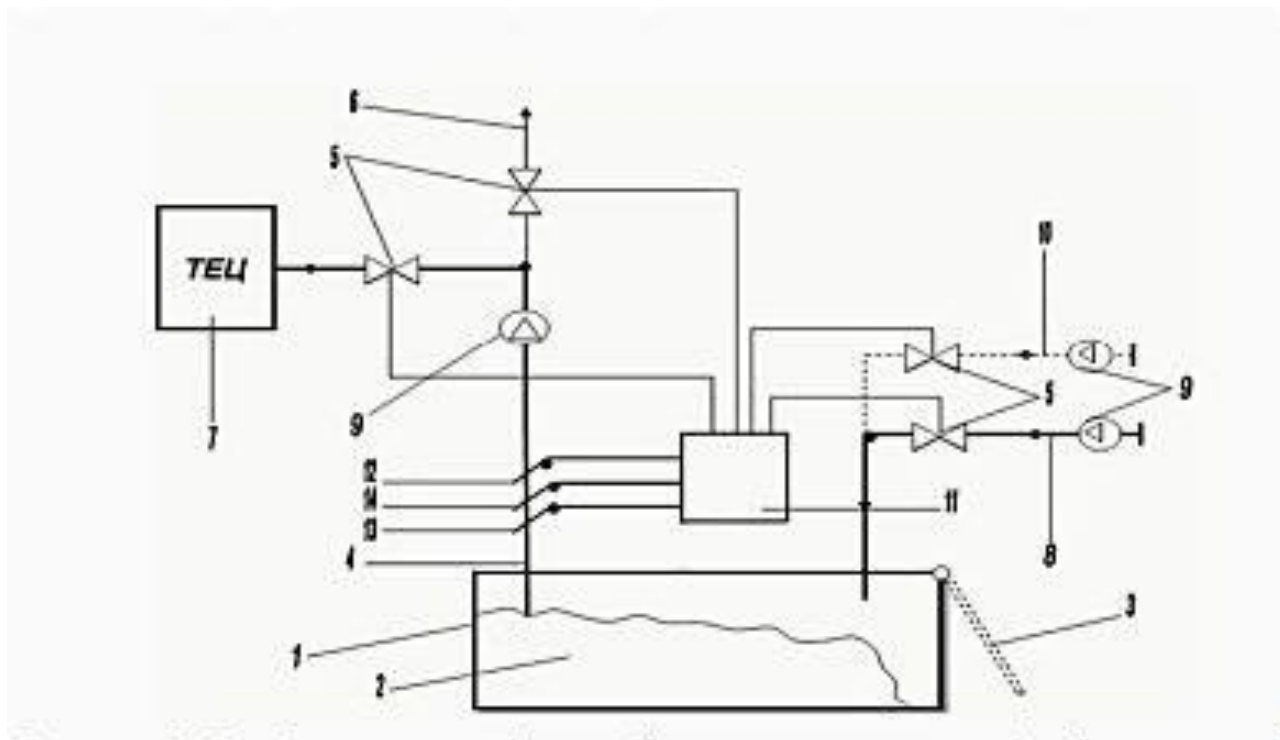


Рисунок 1.2 – Схема твердофазної біогазової установки: 1 – ферментер; 2 – біомаса; 3 – завантажувально – розвантажувальний отвір; 4 – вихід біогазу; 5 – клапан; 6 – газопровід; 7 – блок ТЕЦ; 8 – лінія відпрацьованого газу ТЕЦ; 9 – вентилятор; 10 – лінія свіжого повітря; 11 – пульт управління; 12 – датчик метану; 13 – датчик концентрації вуглекислого газу; 14 – датчик для визначення об'ємної витрати біогазу

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.Модубл.
Підп. і дата	
Інв.Модубл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

Газова суміш, очищена від сірководню (H_2S), подається в газопоршневий двигун, який обертає генератор. Одночасно з цим утворюється струм котрий подається в мережу. Тепло від системи охолодження двигуна і тепло від вихлопних газів відводиться охолоджуючою рідиною для подальшої обробки. Певний відсоток даного тепла (15–30%) необхідний для нагріву біомаси та забезпечення оптимальної температури бродіння, оскільки бактеріальні штами, які розкладають вихідну сировину, є найбільш продуктивними в діапазоні температур від $37^{\circ}C$ (мезофільні) до $55^{\circ}C$ (термофільні). Надлишок тепла можна використовувати для інших цілей.

Агрегати, які використовують тепло протягом року, відрізняються ефективністю. (рисунок 1.3). У багатьох проектах біогаз концентрують і направляють у газопроводи. У результаті збільшуються можливості для біогазових установок у районах без джерел тепла. Екстраконцентрований біогаз можна використовувати як автомобільне паливо. Субстрат, що залишився після метанового бродіння, майже не має неприємного запаху, тому його можна використовувати як органічне добриво [16].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк
						15

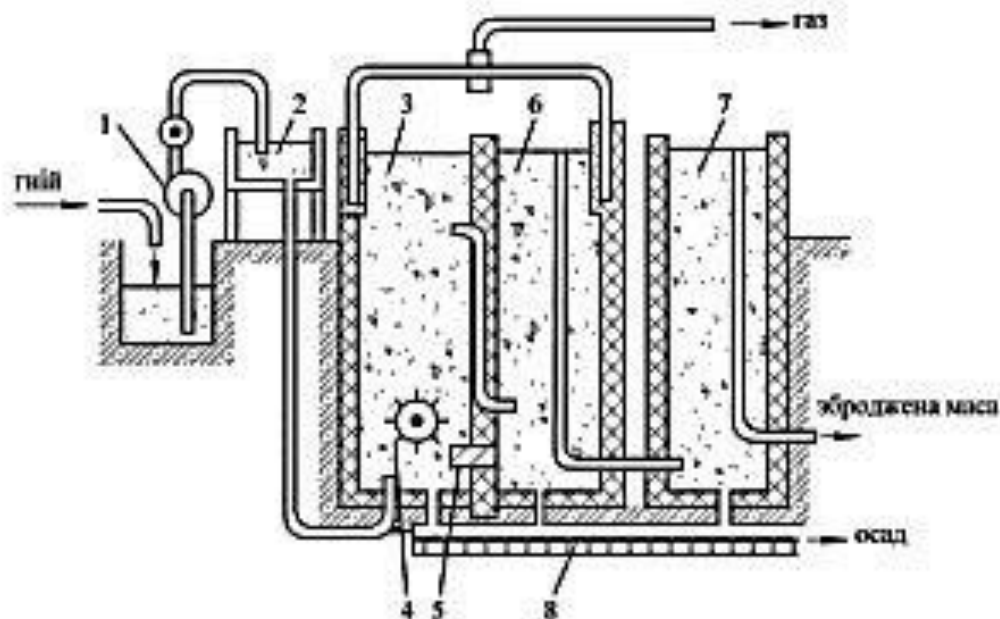


Рисунок 1.3 – Двокамерна біогазова установка проточного типу: 1 – насос; 2 – приймальна камера; 3 – бродильна камера; 4 – пристрій для перемішування; 5 – підігрівач біомаси; 6 – камера остаточного збродження; 7 – збірник збродженої маси; 8 – шнек

У горизонтально розташованих резервуарах біомаса перемішується в поздовжньому напрямку. Для невеликих установок використовують циліндричні реактори зі сталі або склопластику. Бетонні горизонтальні резервуари великого об'єму мають форму паралелепіпеда. Завдяки нахилу цих резервуарів полегшується відтік збродженого матеріалу до зливних отворів. Така конструкція полегшує розміщення простих змішувальних механізмів.

В даний час еластичні реактори широко застосовуються в країнах Південно-Східної Азії (рисунок 1.4).

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№
Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	

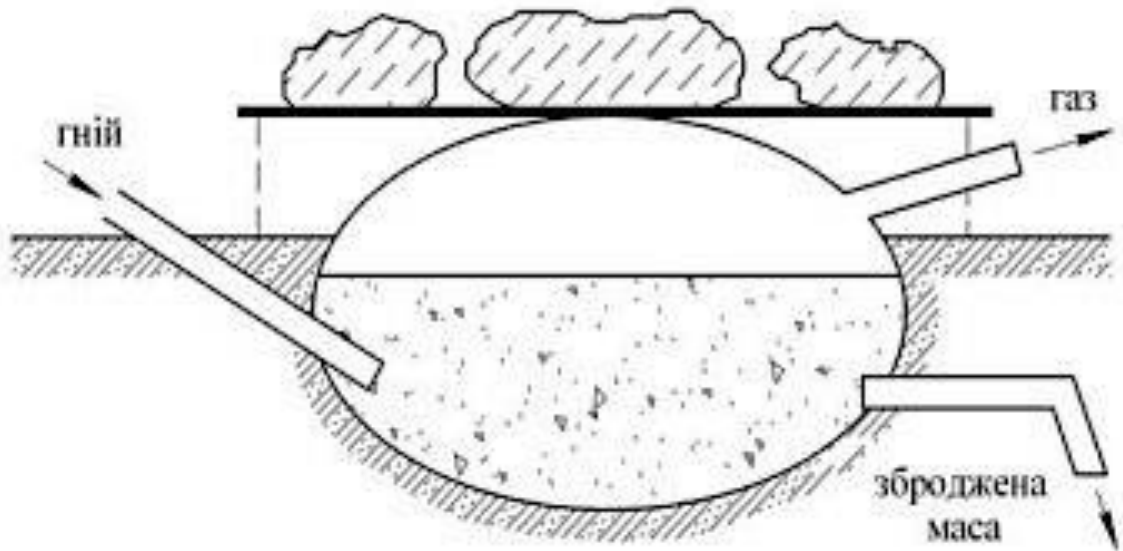


Рисунок 1.4 – Еластичний біогазовий реактор

Реактори (ємності) цієї конструкції виготовляються з міцної гумової тканини або синтетичних мембран. Для того, щоб цей тип біогазового реактора працював, він повинен бути закопаний у ґрунт або поміщений у достатньо міцний корпус [9].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
ТС 21510179				Арк
				17

РОЗДІЛ 2 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТАНОВОГО БРОДІННЯ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ СТОКІВ ПІДПРИЄМТСТВ МОЛОЧНОЇ ГАЛУЗІ

2.1 Характеристика стічних вод підприємств молочної галузі

На підприємствах молочної промисловості в процесі використання для технічних та інших потреб використовується чиста вода, котра в процесі забруднюється різними домішками, більшість з яких органічні. Стічні води на молочному заводі є результатом виробничих операцій, пов'язаних з мийним технологічним обладнанням, тарою та підлогою.

Основними забруднювачами стічних вод є компоненти молочних продуктів, компоненти миючих засобів та сторонні речовини [1]. Реакція прісної стічної води здебільшого нейтральна або злегка лужна, але має тенденцію до кислої через бродіння лактози.

Стічні води мають мутний, білуватий або жовтуватий колір. Стічні води молочних підприємств скидаються у водойми без попереднього очищення, що спричиняє шкідливий вплив і змінює біологічну рівновагу водойм. Внаслідок біохімічного окислення органічних речовин, що містяться у стічних водах, з водойми поглинається велика кількість розчиненого у воді кисню, внаслідок чого можлива загибель аеробних рослин і тварин і відбуваються анаеробні процеси.

Кондиційну чисту воду молочної промисловості, чисту воду, отриману в установках охолодження та пастеризації, аміачну воду та роботу повітряного компресора, рекомендується піддавати відповідній обробці (охолодженню, механічному очищенню тощо) [12, 13].

У таблиці 2.1 наведено кількісний показник стічних вод та коефіцієнт погодинної нерівномірності надходження стічних вод для молочних підприємств на переробку 1 т сировини.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк 18
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

Таблиця 2.1 Норми відведення стічних вод на підприємствах молочної галузі

Найменування технології	Коефіцієнт годинної нерівномірності притоку стічних вод	Коефіцієнт стічної води від переробки 1 т сировини, м ³
Виробництво сухого молока	1,4-1,6	1,7-3,5
Виробництво згущеного молока	1,4-1,6	2,7-4,5
Виробництво дитячих молочних продуктів	1,4-1,6	3,0-3,5
Молокоприймальні пункти	1,4-2,0	1,1-4,5
Маслосирзаводи	1,9-2,0	1,8-4,0
Сирзаводи	1,6-1,8	5,0-6,5
Міськмолзаводи	1,7-1,9	3,0-7,0

Оскільки більшість молокопереробних підприємств України виробляють найрізноманітнішу продукцію, стічні води містять практично всі можливі компоненти молока та молочних продуктів. Господарсько-побутові стічні води також потрапляють на очисні споруди молочних підприємств, але в їх відносно небагато тому вони мало впливають на загальні фізико-хімічні показники стоку.

Отже, фактична концентрація забруднення стічними водами молочних ферм залежить від профілю та виробничої потужності підприємства, технології виробництва, ступеня повторної та зворотної утилізації умовно чистих стічних вод, втрат сировини тощо.

З таблиці 2.2 видно, що стічні води молочних підприємств характеризується великими значеннями БСК і ХСК (максимально - сирзаводи і маслозаводи), що можна пояснити наявністю великої кількості молочного білка,

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

Арк
19

вуглеводів. і жир в ньому. Крім того, стічні води молокопереробних підприємств містять велику кількість завислих речовин – переважно частинок кисломолочних продуктів, молочної плівки, сирних гранул, які разом із використаною промивною рідиною потрапляють у каналізацію. Нерозчинені частинки кефіру, ряжанки, сметани, йогурту, сиру та інших молочних продуктів знаходяться в колоїдному та грубодисперсному стані.

Таблиця 2.2 Фізико-хімічні показники стічних вод підприємств молочної галузі

Показник	Одиниця виміру	Міські молочні заводи	Завди сухого та згущеного молока	Молочні комбінати	Маслозаводи
pH	од.	6,5-8,5	6,8-7,4	6,2-8,5	6,4
Температура	°C	-	-	17-27	-
Завислі речовини	мг/л	350	350	181-351	1280-1730
Сухий залишок	мг/л	-	-	до 2300	-
БСКповн	мг/л	-	-	160-804	-
БСК5	мг/л	1200	1000	-	3720-4290
ХСК	мг/л	-	-	-	4650-5360
N (загальний)	мг/л	60	50	-	-
P (загальний)	мг/л	8	7	-	-
Жири	мг/л	до 100	до 100	-	490-520
Хлориди	мг/л	150	150	-	-

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Характерною рисою стоків на молочних підприємствах є різкі коливання величини рН протягом доби, що пов'язано з почерговим використанням кислотних і лужних мийних рідин для очищення технологічного обладнання (Додаток А). Крім того, якщо основну частину виробництва становить виробництво вершкового масла, сиру або казеїну, проби стічних вод будуть кислими. Для миття використовують мийну рідину і воду, нагріту до високої температури, стічні води мають досить високі значення температури (18-33 °С).

Наявність хлоридних, сульфатних, азотних і фосфорних сполук у стічних водах пояснюється їх значною кількістю в молоці та молочних продуктах, а також утворенням фосфатів і хлоридів при використанні синтетичних мийних засобів. Крім того, стічні води молокопереробних підприємств завжди містять такі компоненти молока, як органічні кислоти, вітаміни та ферменти [11, 12, 13].

У випадку підприємств, які переважно виробляють морозиво, стічні води можуть містити значну кількість вуглеводів (солодкі наповнювачі та глазур), які також потрапляють на очисні споруди разом із відпрацьованою рідиною [14]. Дослідження складу молочних стічних вод дозволили систематизувати ці дані шляхом класифікації домішок за станом фазової дисперсності Л.А. (рисунок 2.1).

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк
						21



Рисунок 2.1. Класифікація забруднень стічних підприємств молочної галузі

2.2 Проблема поводження із стоками підприємств молочної галузі

Враховуючи негативний вплив на роботу очисних споруд процесів скидання стічних вод молочних ферм у міські водопровідні мережі, а також відсутність очисних споруд у більшості сільських районів, молочним підприємствам часто доводиться будувати власні очисні споруди. Основні способи очищення стічних вод молочних підприємств наведені на рисунку 2.2.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата					
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179				
					Арк 22				

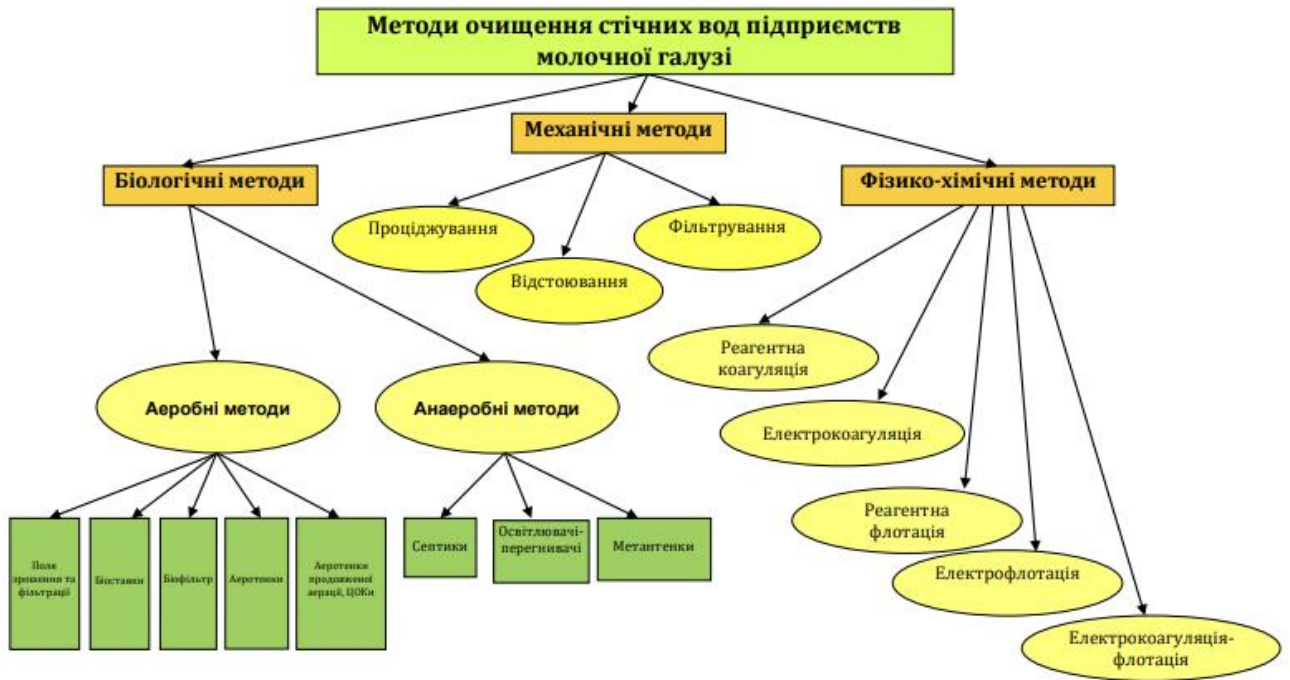


Рисунок 2.2. Методи очищення стічних вод підприємств молочної галузі

Оскільки стічні води молочно-товарних ферм можуть містити нерозчинені мінеральні домішки, необхідно організувати механічне очищення стічних вод перед відправленням на біологічні очисні споруди [1,15,16]. Жироуловлювачі встановлюють для видалення жиру зі стоків, що потрапляють при очищенні технічного обладнання. Решітки та бункери використовуються для збору піску, вапняного нальоту та іншого бруду.

Для видалення завислих речовин зі стічних вод застосовують первинні освітлювачі або освітлювачі з природною аерацією.

Пріоритетність методів біологічного очищення залежить не тільки від їх відносної дешевизни та простоти апаратної конструкції, а й від природи первинних забруднювачів, більшість з яких є легкоокислюваними органічними сполуками. Методи біологічного очищення в природних умовах давно використовуються для очищення стічних вод молочних ферм.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

Оскільки зважені речовини, що містяться в молочних стічних водах, в основному погано осідають і мають характеристики швидкого розпаду, доцільність встановлення первинного відстоювання є сумнівною. Практика експлуатації первинних відстійників показала низьку ефективність очищення стічних вод (18-32%) для завислих речовин [3,7,24].

Складність експлуатації вторинного відстійника, який широко використовується при очищенні стічних вод підприємств харчової промисловості, і незадовільний ефект основних показників очищення стічних вод стали рушійною силою для розробки нових пристроїв, в яких осад, що утворюється в результаті бродіння та очищення стічних вод відбуваються одночасно. Освітлювач, розроблений кафедрою каналізації Ленінградського інженерно-будівельного інституту (ЛІБІ), має значно більший очисний ефект від завислих речовин у стічних водах молокозаводу - 70-76%, тоді як очисний ефект двошарового очисника становить 20 -50% [3].

Західні вчені також вивчали доцільний спосіб очищення стічних вод молочних заводів і промислових підприємств в анаеробних умовах [25].

2.3 Особливості процесу метанового бродіння під час очистки стічних вод підприємств молочної галузі

Анаеробне бродіння використовується для зброджування відходів, що утворюються при біохімічному очищенні промислових стічних вод і первинного очищення промислових стічних вод високої концентрації, що містять органічні речовини. Так як воно не досліджено достатньо то воно не використовується для обробки стічних вод [23].

Під час анаеробного бродіння органічні речовини руйнуються анаеробними бактеріями. Для них, як і для аеробних бактерій, джерелом енергії є процес окислення. Різниця полягає в тому, що останні отримують свою енергію з окислювально-відновних реакцій, у яких вільний кисень діє як

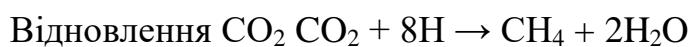
Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№дубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

акцептор водню. Окисно-відновні реакції у анаеробних бактерій протікають з виділенням енергії за рахунок ферментативного розщеплення складних органічних речовин. Подібний процес називається бродінням. Ферментація призводить до глибокого розкладання матеріалу, але ніколи не закінчується його повним окисленням. Ці процеси є екзотермічними, оскільки супроводжуються виділенням тепла [23].

Існують різні види бродіння: спиртове бродіння, молочнокисле бродіння, маслянокисле бродіння, ацетон-маслянокисле бродіння. Для очищення стічних вод використовуються анаеробні процеси, де домінує метанове бродіння, що призводить до утворення метану.

Схематично метанове бродіння можна розділити на два етапи. Спочатку під впливом звичайних сапрофітних бактерій, анаеробної флори і жирних органічних кислот розкладаються складні органічні речовини (білки, вуглеводи та ін.). Опісля утворюються оцтова, кренова і масляна кислоти з невеликими кількостями мурашиної, валеріанової, ізовалеріанової та гексанової кислот. Велика кількість ацетат-аніону знижує активність бактерій, які беруть участь у першій стадії бродіння, оскільки вона знижується при $pH = 6$. Вміст кислоти у ферментованому матеріалі знижує pH до 5. На другому етапі метанові бактерії руйнують утворену кислоту, виділяючи одночасно вуглекислий газ і метан [14, 23].

Процеси, що відбуваються при розкладанні органічних речовин у метантенках, вивчені недостатньо. Деякі дослідники вважають, що метан виникає внаслідок утворення карбоксильних груп при відновленні вуглекислого газу, інші вважають, що він є результатом розпаду оцтової кислоти. Інші дослідники вважають, що основним джерелом утворення метану є два процеси відповідно до наступних схематичних реакцій:



Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

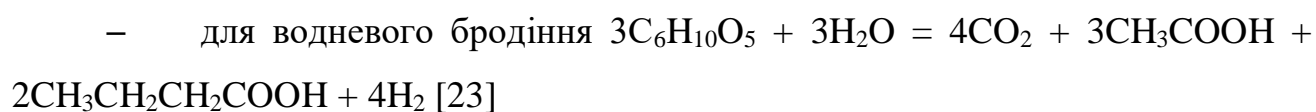
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк 26
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

При цьому рН підвищується до 6,7-7,4. Крім перерахованих вище речовин, метаногенні бактерії зброджують етанол і багато інших сполук. Не всі органічні речовини в стічних водах можуть бути зруйновані анаеробним бродінням, наприклад, в анаеробних умовах целюлоза майже не руйнується, а лігноцелюлоза залишається цілою [14, 23].

Процес метанового бродіння здійснюють бактерії *Methanobacterium Omelanski*, *Methanobacterium Sohngeni*, *Methanosarcina methanica* та ін. Вони суворо анаеробні і не утворюють спор. Ці бактерії мають фермент гідрогеназу, в якому водень, поглинений вуглекислим газом, активується для синтезу метану. Всі перераховані види бактерій повинні брати участь у процесі бродіння, інакше він буде порушений. Нормальні процеси відновлюються дуже повільно [23].

Бродіння метану призводить до зменшення об'єму осаду, що призводить до утворення метану.

Хімічний процес, який відбувається під час цього розпаду, можна представити наступним рівнянням:



При цьому виділяється до 4% водню, до 29% вуглекислого газу, утворюється суміш жирних кислот з переважанням оцтової та масляної кислот;



Останній процес є набагато складнішим, ніж впливає з рівняння, поряд з метаном (6,5%) і вуглекислим газом (43,5%) утворюється до 50% жирних кислот: мурашиної, оцтової і головним чином масляної. Розщеплення целюлози целюлозними бактеріями відбувається в природі на дні боліт і стоячих водоймах, при цьому наверх піднімаються «біогазові» бульбашки, що складаються з CH_4 і CO_2 [23].

Подібні процеси частіше відбуваються на штучних очисних спорудах. Але стверджується, що зв'язок між ферментацією клітковини та утворенням метану є чисто випадковим, оскільки обидва процеси відбуваються в однакових умовах.

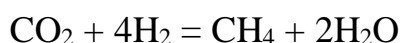
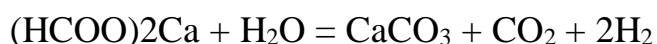
Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк 27
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

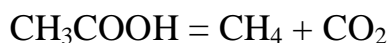
За допомогою мічених атомів стало доведено, що метан утворюється із солей жирних кислот (або вуглекислого, оксиду вуглецю) чи спиртів.

У природних умовах і на очисних спорудах жирні кислоти утворюються в результаті розпаду целюлози та інших рослинних залишків. Ці речовини є джерелом їжі для метаногенних бактерій. Метанове бродіння всіх жирних кислот призводить до зменшення об'єму осаду, що призводить до утворення метану [23].

Прикладом, що ілюструє ці перетворення, є анаеробне розкладання форміату кальцію:

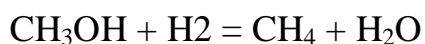
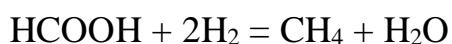
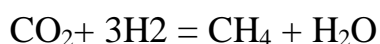
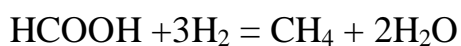
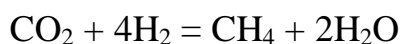
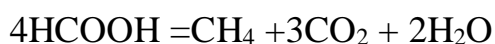


За рахунок метильної групи оцтова кислота відразу розкладається і утворює метан:



Процес перетворення вуглекислого газу в метан поділяється на дві стадії: спочатку CO окислюється до CO₂, а потім вуглекислий газ до метану [14, 23].

Усі перераховані процеси утворення метану є мікробіологічними, а не хімічними. З річкового мулу дослідники виділили чисту культуру організму, що містить гідроколлагеназу, фермент, який виробляє метан із сполук з одним атомом вуглецю. Він не впливає на сполуки з більшою кількістю атомів вуглецю. У кількісному відношенні організм виробляв такі реакції:



Дослідники відзначили, що перші три реакції протікали швидко, а три останні були відносно повільними. Вважається, що мурашина кислота спочатку

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк
						28

розкладається на водень і вуглекислий газ гідролізами, а потім синтезується з реакції [14, 23].

Метаноутворюючі організми *Methanosarcina barkeri* і *Methanobacterium formicum* перетворюють монооксид вуглецю на метан у присутності та за відсутності водню. Якщо в системі немає водню, CO реагує з водою з утворенням CO₂, який відновлюється до метану за реакцією[23].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
ТС 21510179				Арк
				29

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ОЧИСТКИ СТОКІВ МОЛОЧНОГО ЗАВОДУ

1.1 Апаратурно-технологічна схема та її опис

Процес очищення та переробки стічних вод молочних підприємств з виділенням біогазу поділяється на наступні етапи:

- вилучення великих часток на бункерах;
- відбір жиру на жировловлювачі;
- змішування, нейтралізація та регулювання потоку стічних вод в колекторі-накопичувачі-нейтралізаторі;
- підігрів неочищених стічних вод в теплообмінниках;
- анаеробне очищення в первинних метантенках;
- анаеробне очищення в метантенках класу п;
- видобуток біогазу;
- охолодження бродильного потоку в теплообмінниках;
- очищення стічних вод - вилучення органічних забруднювачів і біологічних елементів;
- видалення відпрацьованої біомаси зі стічних вод.

На рисунку 3.1 представлена схема установки для очищення вторинної сировини, а саме стічних вод і молочної сироватки. Сироватка виробляється на заводах як відходи.

Щоб відповідати розміру обладнання, передбачається, що молокопереробний завод має виробничу потужність 100 м³/добу. Таким чином, завод повинен скидати близько 90 кубометрів сироватки і 500 кубометрів стічних вод на добу. Переробка вторинної сировини здійснюється за інтенсивною технологією з параметрами: тривалість метанового бродіння сироватки - 3 доби; тривалість метанового бродіння суміші стоків і стічних вод - 2 доби; аеробне очищення - 8 годин, час відстоювання - 2 години.

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№поодл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк 30
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

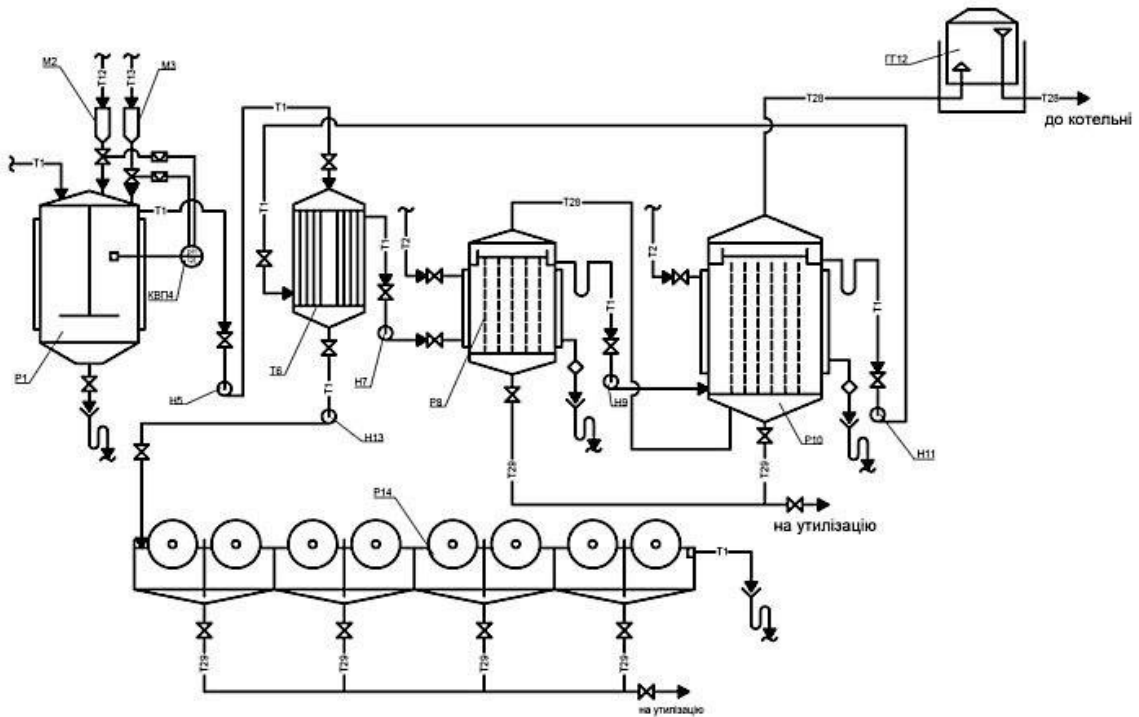


Рисунок 3.1 - Схема установки для очищення вторинної сировини: Т1 – вода; Т2 – пара; Т12 – кислота; Т13 – луг; Т28 – біогаз; Т29 – активний мул; Р1 – збірник-нейтралізатор; М2 – вимірник кислоти; М3 – вимірник лугу; КВП4 – компенсаційний рН-метр; Н5, Н7, Н9, Н11, Н13 – насос відцентровий; Т6 – теплообмінник; Р8, Р10 – метантенк; ГГ12 – газгольдер; Р14 - аеротенки

За цією схемою сироватка з вмістом ХСК 70000 мг/л і стічні води після жируловлювача надходять у змішувач-нейтралізатор, де змішуються і нейтралізуються до оптимального рН. Нейтралізована стічна вода потрапляє в теплообмінник, де стічна вода нагрівається в реакторі II ступеня за рахунок тепла очищеної стічної води, надходить у реактор I ступеня, а потім, закриваючи установку, створює шлюз для запобігання витоку газу в біогазовий реактор другого ступеня, де відбувається очищення стічних вод.

Біогаз, що утворюється в процесі біотрансформації органічної речовини, що міститься в стоках метантенку біогазу, надходить у резервуар для зберігання газу через культуральну рідину резервуара для біогазу через трубопровід через

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

лічильник газу та проходить через зону очищення газу від газу резервуар для зберігання і використовується в процесі виробництва.

Ферментаційний бульйон з варочного котла потрапляє в теплообмінник, де тепло від очищених стічних вод варочного котла передається свіжому потоку. Технічна схема пристрою очищення та очищення біогазу стічних вод і сироваткової рідини, температура охолодженої ферментаційної культуральної рідини становить ~ 45 °C і направляється в аеротенк для подальшого очищення. Аеробне бродіння відбувається з поверненням активного мулу. Після освітлення у ставку очищену воду з ХСК до 24 мг/л можна повертати у виробництво або скидати у водойму.

Надлишок активного мулу в біогазових резервуарах і аеротенках можна відправляти на зневоднення по трубопроводу.

Теплова енергія біогазу використовується для виробництва пари, електрики та нагріву теплообмінної води з низьким потенціалом енергії. Частина тепла йде на обігрів метантенків, а решта йде на виробництво. Щоб зменшити кількість біогазу, який використовується для самозабезпечення в тепловому процесі, доцільно використовувати теплову енергію теплообмінної води з високотемпературною потенціальною енергією 65-70°C у процесі виробництва. Після використання теплообмінної води з низькотемпературним потенціалом 30-45°C в нагрівачі та резервуарі для біогазу її слід направляти до градирні для утилізації тепла.

3.1.1 Вилучення великих часток та жиру

До великих частинок відносяться всілякі предмети (папір, речовини, осколки скла тощо), які потрапляють у каналізацію та переносяться з потоком стічних вод. Ці предмети можуть деформувати робочі колеса насосів і блокувати канали, тому їх необхідно видалити до того, як стічні води потраплять на очисні споруди через вертикальну механічну решітку, як показано на рисунку 3.2.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

Арк
32

Щоб запобігти пошкодженню насоса, у цей проект включено насоси типу дробарки.

Стационарна решітка являє собою металеву раму, оснащену кількома паралельними брусками поперечного перерізу 6 мм x 60 мм, розміщених у каналізаційному каналі з проміжками 16 мм.

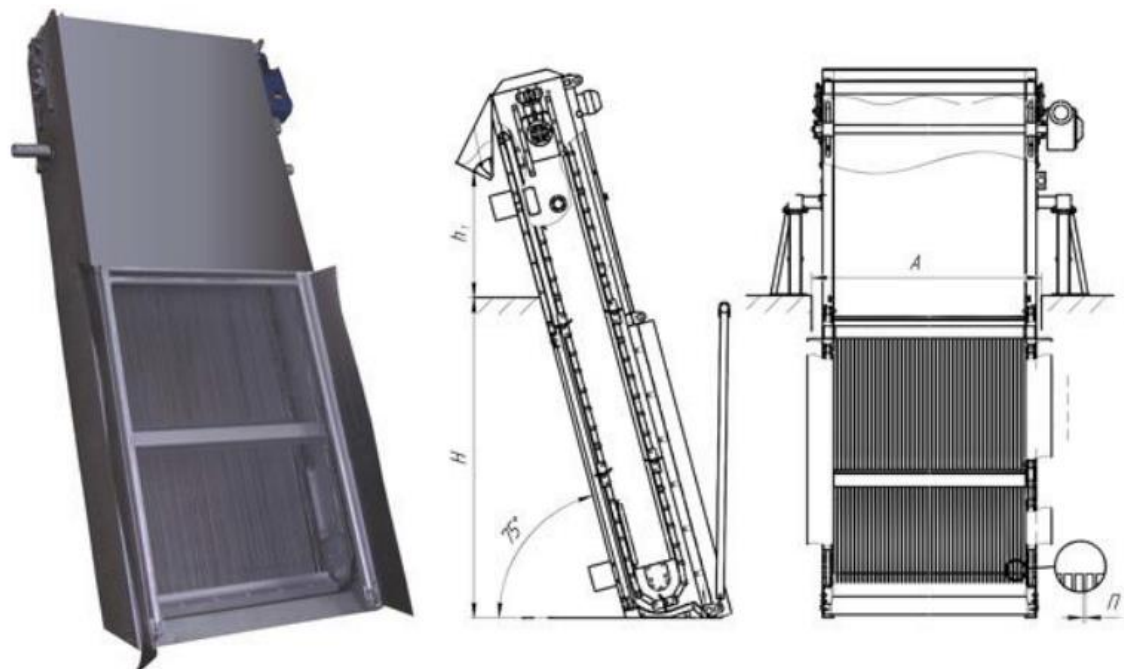


Рисунок 3.2 – Вертикальні механічні решітки

Рамка вставляється в паз на бічній стінці лотка, тому ви можете легко зняти її та замінити на іншу, якщо необхідно. Для запобігання проштовхування частинок через решітку швидкість течії стічної води не повинна перевищувати 0,8-1,0 м/с. Зерна знімають з решіток вручну не рідше 2 разів на добу спеціальними граблями. Для зручності очищення решітка встановлена під кутом 75°. Частилки, видалені з потоку стічної води, падають на перфоровану платформу, яка використовується для відведення рідини, захопленої ними, після чого вони переміщуються в герметичний контейнер. Принаймні через 4 дні пелети, що зберігалися в контейнері, мають бути вивезені на міське сміттєзвалище. У теплу пору року після кожного відбору пелет ємність із сіток посипають хлорним вапном. Клієнти можуть використовувати кошики замість

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

механічних решіток для вловлювання великих часток. Техніка захоплення відповідає принципу дії світлового бар'єру.

Екстракція жиру відбувається в жирозбірнику, рисунок 3.3.

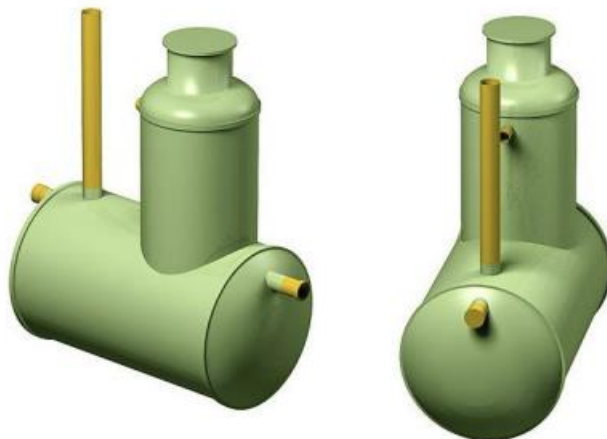


Рисунок. 3.3. Жироловка горизонтальна 1 – перегородки; 2 – відбійник; 3 – вимірювальний пристрій; 4 – стічні води; 5 – шар жиру; 6 – робочий об'єм; 7 – розвантажувальний патрубок.

3.1.2 Змішування, нейтралізація та регулювання потоку стічних вод

Потік стічних вод регулюється в збірнику – накопичувачі нейтралізаторі (рисунок. 3.4), де одночасно проходить два процеси: перший – змішування стічних вод, другий – нейтралізація до оптимального значення рН. 56.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

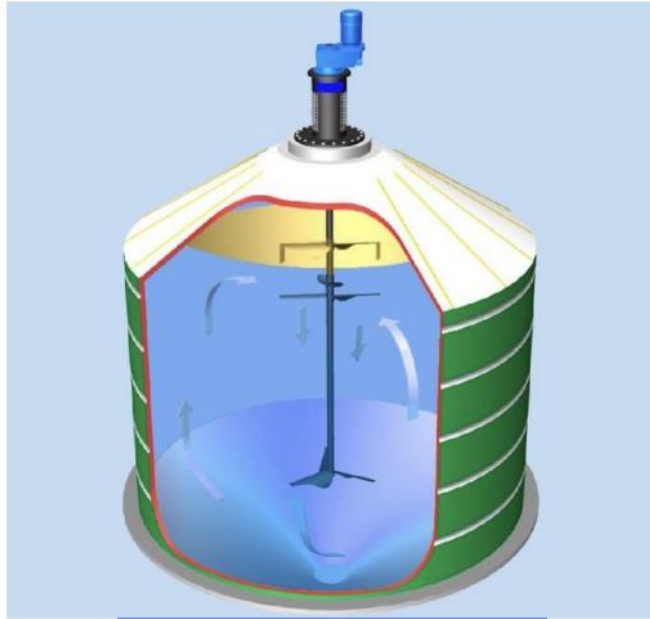


Рисунок. 3.4. Загальний вигляд збірника – накопичувача - нейтралізатора
3.1.3 Підігрівання стоків в теплообміннику

Стічна вода нагрівається від $45\pm 2^{\circ}\text{C}$ до $55+2^{\circ}\text{C}$ в теплообміннику, де стічна вода нагрівається за рахунок тепловіддачі очищеної в метантенку II ступеня 57 стічної води, а потім надходить у Метантенк I ступеня, як показано на рисунку. 3.5.

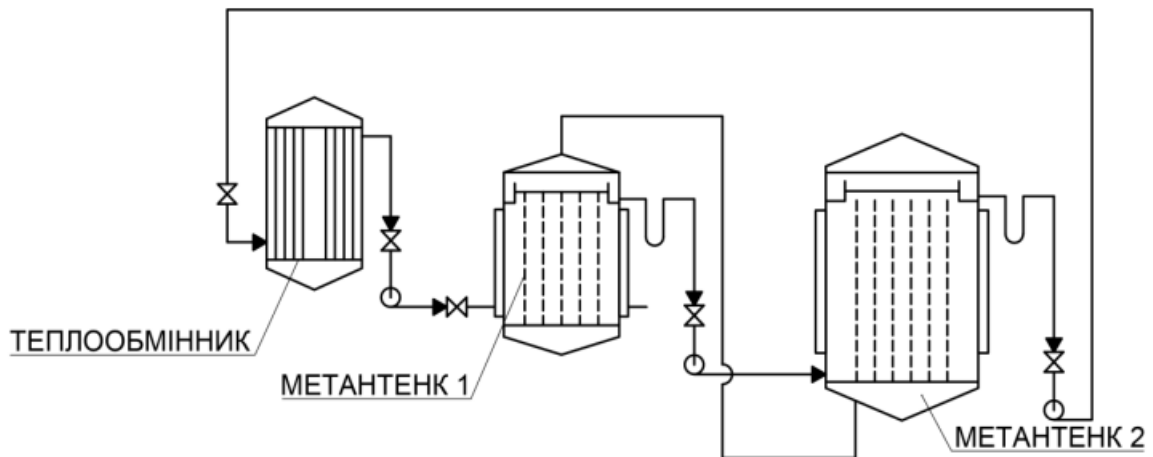


Рисунок. 3.5. Підігрівання стічних вод в теплообміннику

Підп. і дага	Підп. і дага
Взаєм.інв.№ Інв.Модубл.	Взаєм.інв.№ Інв.Модубл.
Підп. і дага	Підп. і дага
Інв.№подл.	Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

3.1.4 Анаеробна обробка в метантенках I та II стадії

Первинне бродіння нагрітої концентрованої суміші стічної води та сироватки здійснюється в системі метантенка і складається з двох стадій бродіння. На першому етапі складні органічні забруднювачі, присутні в стічних водах, біоконвертуються в простіші сполуки з незначним утворенням біогазу. Культуральний бульйон і утворений біогаз з першого варильного котла подаються в нижню частину другого варильного котла.

Загальний вигляд метантенку для біогазу показаний на рисунку 3.6.



Рисунок. 3.6. Загальний вигляд метантенку (фото: www.confind.ro)

На другому етапі метанового бродіння стічні води проходять більш глибоку анаеробну очистку з утворенням метанового біогазу. Підігріті нейтралізовані стічні води та біогаз з метантенка першого ступеня протікають через закриття до метантенка другого ступеня, де стічні води очищаються. Біогаз, що утворюється в результаті біологічної трансформації органічних речовин стоків, надходить у газосховище через культуральний розчин біогазу I

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Інв.№подл.
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

через біогазонакопичувач II і використовується в технологічному процесі підприємства через газоочисне відділення.

Теплова енергія біогазу використовується для виробництва пари, електрики, високоенергетичного димового газу та нагрівання низькоенергетичної теплообмінної води. Частина тепла йде на обігрів метантенків, а решта йде на виробництво.

3.2 Розрахунок теплового балансу метантенків

У цьому випадку тепловий баланс відноситься до тепла, отриманого від загального біогазу, тепла, яке використовується для обігріву метантенків (і відповідного біогазу), і надлишкового тепла (біогазу), що використовується для виробництва та виробництва електроенергії та тепла.

Для теплових розрахунків спочатку необхідно знати споживання тепла, яке залежить від різниці температур нагрітого субстрату, кількості використовуваного субстрату та його теплоємності, а також порівняти вартість із загальним теплом, отриманим у виробництві.

Більшість процесів у технології молока проводять при кімнатній температурі. Враховуючи, що за наведеною схемою температура рідини, яка надходить у другий метантенк з першого метантенку, становить 45 °С, а температура загального потоку не менше 20 °С, можна вважати, що температура суміші, яка надходить у другий метантенк дорівнює 25 °С. Температура високотемпературного бродіння метану в другому метантенку така ж, як і в першому метантенку, тобто 45 °С.

Для розрахунку приймаємо вихідні дані:

- загальні відходи - сироватка та стоки;
- Ззагальні відходи 600 м³/день;
- температура зброджених відходів 25 °С;

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 21510179

Арк

37

- температура метанового бродіння $t_{\text{мет}} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$;
- теплотворна здатність біогазу метану $q = 6000 \text{ ккал/м}^3$;
- втрати тепла $Q_{\text{втрат}} = 5\%$;
- обсяг біогазу $V_{\text{доб.мет.}} = 6000 \text{ м}^3 / \text{добу}$ (за умови утворення 15 м^3 біогазу на м^3 сироватки та $7,5 \text{ м}^3$ біогазу на м^3 суміші).

Ми розрахували загальну кількість калорій, що споживаються щодня для нагрівання всіх зброджуваних відходів, і загальну кількість калорій, отриманих метановим бродінням.

Витрата тепла на підігрів відходів:

$$Q_{\text{випр.}} = V_{\text{заг. відх.}} \cdot C(t_{\text{мет.}} - t_{\text{ох.}}) \cdot 1,05 = 600 \cdot 1000(45 - 25) \cdot 1,05 = 12\,600\,000 \frac{\text{ккал}}{\text{доб}}$$

Загальна кількість тепла від утилізації метану:

$$Q_{\text{мет.}} = V_{\text{доб.мет.}} \cdot q = 6000 \cdot 6000 = 36\,000\,000 \frac{\text{ккал}}{\text{доб}}$$

Кількість надлишкового тепла від утилізації біогазу:

$$Q_{\text{надл.}} = 36\,000\,000 - 12\,600\,000 = 23\,400\,000 \frac{\text{ккал}}{\text{доб}}$$

тобто

$$\frac{23\,400\,000}{36\,000\,000} \cdot 100 = 65\%$$

Кількість надлишкового метану:

$$V_{\text{мет.}} = 0,65 \cdot 6000 = 3900 \text{ м}^3 / \text{доб}$$

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Вип. №	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Вип. №	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Вип. №	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк
						38

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД І ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ МОЛОЧНОЇ ГАЛУЗІ

Розрахунок економічної ефективності базується на розрахунку збитків від органічного забруднення водойм (за ХСК). Вихідні дані:

- загальна кількість стічних вод на заводі $Q = 600 \text{ м}^3/\text{добу}$ на добу ($25 \text{ м}^3/\text{год}$);
- БСК5 молочних стічних вод $= 12\,500 \text{ мг/л}$;
- допустима концентрація органічних забруднюючих речовин, що скидаються у водойми – 15 мг/л .

Величина шкоди, заподіяно водним об'єктів під час скину стоків з високим показниками БСК та вмістом органічних речовин (Y) визначається за формулою:

$$Y_{\text{БСК}}^Y = Z_{\text{БСК}}^Y \cdot K_{\text{кат}}, \text{ тис. грн.}$$

де $Z_{\text{БСК}}^Y$ – величина збитків від забруднення водних об'єктів при встановленому скиданні органічних речовин, виражених у ХСК, тис. грн.

Значення $Z_{\text{БСК}}^Y$ приймається в залежності від маси скинутих органічних забруднень – $P_{\text{БСК}}$;

$K_{\text{кат}}$ – коефіцієнт, з поправкою на категорію водного об'єкту.

Маса скинутих забруднюючих речовин $P_{\text{БСК}}$ вираховується за формулою:

$$P_{\text{ХСК}} = Q \cdot (\text{БСК}_{\text{факт}} - \text{БСК}_{\text{прип}}) \cdot t \cdot 10^{-6} \text{ т.}$$

де Q – об'єм стічних вод, $\text{м}^3/\text{год}$;

$\text{БСК}_{\text{факт}}$ – середня концентрація забруднюючих речовин за період скидання, г/м^3 ;

$\text{БСК}_{\text{прип}}$ – припустима концентрація забруднюючих речовин, г/м^3 ;

Підп. і дата	
Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№модул.	
Інв.№подл.	

					ТС 21510179	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		39

t – тривалість скидання, годин.; $t=7200$ год. за умови що підприємство працює десять місяців на рік.

Перерахунок маси забруднюючих речовин, яка виражена в $BCK_{повн}$, вираховується по формулі:

$$P_{BCK_{повн}} = P_{BCK} \cdot 1,33 \text{ т.}$$

Визначаємо масу скинутих забруднюючих речовин:

$$P_{BCK} = 600 \cdot (12\,500 - 15) \cdot 7\,200 \cdot 10^{-6} = 53\,928 \text{ т,}$$

$$P_{BCK_{повн}} = 53\,928 \cdot 1,33 = 71\,724 \text{ т}$$

Прийmemo значення Zu^{BCK} , котре дорівнює 1 500 тис.грн.

Приймаємо $K_{кат}=1,1$.

$$Y_{BCK}^y = 1\,500 \cdot 1,1 = 1\,650 \text{ тис.грн.}$$

Визначення загально економічного ефекту від впровадження технології очищення стічних вод E визначається за формулою:

$$E = Y_{BCK}^y - (E_n \cdot K_v), \text{ тис.грн.}$$

де E_n – нормативний коефіцієнт порівняльної ефективності, $E_n = 0,15$; K_v – капітальні витрати на будівництво,

$$K_v = 800 \text{ тис. грн.}$$

Отже, загальний економічний ефект буде складати:

$$E = 1\,650\,000 - (0,15 \cdot 800\,000) = 1\,530 \text{ тис.грн.}$$

Річний економічний ефект у випадку впровадження повного комплексу очистки складає 1 530 тис. грн.

Середньодобова кількість надлишкового біогазу складе 4 000 м³ на добу (1 200 000 м³ на рік). Прибуток від використання біогазу складе 381,6 тис. грн. на рік.

Повний річний економічний ефект у такому випадку складе:

$$E = 1\,530 + 381,6 = 1\,911,6 \text{ тис.грн.}$$

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата					Арк
									40
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179				

Отже, окупність очисних споруд складе: $T_{ок} = \frac{800}{1911,6} = 0,42$ року.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 21510179	Арк
						41
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що виникають в процесі енергетичної утилізації відходів молочних заводів

Усі виробничі фактори за характером дії поділяються на дві категорії: небезпечні та шкідливі.

Небезпечні фактори – це фактори виробництва, що мають короткостроковий дію і можуть призвести до травми чи різкого погіршення здоров'я.

Шкідливі фактор – це фактори виробництва, що впливають протягом певного часу і можуть призвести до захворювання чи зниження працездатності. У певних умовах шкідливий фактор може стати небезпечним.

За характером дії на організм людини усі виробничі фактори умовно розділяють на чотири групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

Фізичні фактори включають в себе характеристику певного виробничого процесу (рухому частини механізмів, обладнання, гострі кромки, тощо) та фактори довкілля (освітленість, мікроклімат, виробничий шум та вібрація, тощо).

Хімічні фактори підрозділяються пов'язані з небезпекою певних хімічних речовин і можуть класифікуватися за характером дії та шляхом проникнення до організму людини. За характером впливу хімічні фактори можуть бути: токсичні, подразнюючі, канцерогенні та мутагенні. До організму людини хімічні

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

Арк

42

фактори можуть потрапляти через шкіру, слизові оболонки, органи дихання та травну систему.

Біологічні фактори включають живі організми (бактерії, віруси) та продукти їх життєдіяльності.

До психофізичних факторів належить психічне здоров'я працівників. Особливу небезпеку на робочому місці становлять стрес, втомленість, перевантаження, тощо.

Серед небезпечних та шкідливих фізичних факторів в процесі енергетичної утилізації відходів молочних заводів присутні:

- підвищений вміст газу в повітрі робочої зони, а саме: метан є небезпечним газом IV класу. Його ГДК у повітрі робочої зони становить 300 мг/м³. Токсична дія метану за нормальних умов залежить від недостатньої концентрації кисню (необхідно лише 15-16% з 21%); сірководень є небезпечним газом IV класу, а ГДК у повітрі робочої зони становить 10 мг/м³. Після потрапляння в організм відбуваються процеси окислення і утворюються неорганічні сполуки. Н₂S паралізує нюховий нерв, унеможлиблює відчуття запаху газу, що призводить до важкого отруєння; аміак є небезпечним газом класу IV. Характеризується сильним токсичним впливом на організм людини;

- насоси та компресори являються джерелами шуму та вібрації, що при тривалій дії на організм людини спричиняють порушення в роботі центральної нервової системи, відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» допустимий виробничий шум в під час енергетичної утилізації відходів молочних заводів становить 65 дБА;

- безпека ураження електричним струмом, адже через підвищення напруги в колах, коротке замикання яких може відбутися через тіло людини;

- рухомі механізми рухомих машин і обладнання можуть спричинити травми, поранення або смерть людей через рухомі частини;

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

										Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179					43

– підвищена температури поверхні обладнання та устаткування призводить до можливості термічних опіків працівника, а підвищена повітря в робочій зоні призводить до порушення регуляції температури тіла;

– недостатнє освітлення на робочому місці, призводить до постійної напруги зору та може бути причиною виробничого травматизму, відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» норми освітлення для енергетичної утилізації відходів молочних заводів становить 50 лк ;

– психофізіологічні фактори, серед яких фізичні та нервово-психічні перевантаження, статичні та динамічні перенапруги, напруга зорового аналізатора.

З метою попередження негативного впливу факторів виробничого середовища на здоров'я працівників повинні проводитися обов'язкові первинні та регулярні медичні огляди працівників. Крім того, вони повинні бути оснащені спеціальним одягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту.

Під час експлуатації та використання обладнання для енергетичної утилізації відходів молочних заводів необхідно враховувати вибухонебезпечність метану. У зв'язку з цим на установці сепарації метану та прилеглих до неї територіях повинні суворо дотримуватись вимог протипожежної безпеки [31, 32].

5.2 Розрахунок освітлення лабораторії

Залежно від джерела світла освітлення поділяють на 3 категорії (рисунки 5.1).

Природне освітлення може здійснюватися одночасно (комбіновано) через вікна та світлові ліхтарі на фасадах (з боків), скляні ліхтарі та стелі (зверху).

Природне освітлення залежить від часу доби, пори року, атмосферних явищ, забрудненості скляних перегородок. Це його недолік порівняно зі

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

Арк
44

штучним освітленням. До недоліків також можна віднести нерівномірне освітлення в різних точках кімнати.

Перевагами природного освітлення є відсутність мерехтіння (пульсації), відсутність рахунків (готівка), опалення (у холодну пору року) і санітарна очистка повітря.

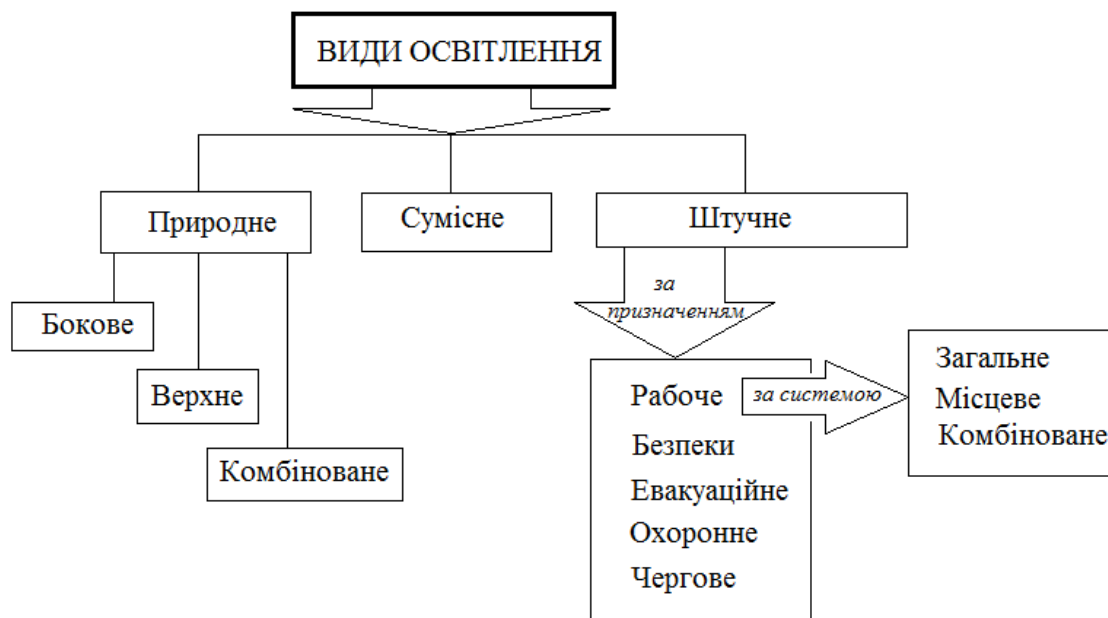


Рисунок 5.1 – Види виробничого освітлення

Оскільки денне освітлення не є постійним протягом доби, кількісно цей вид освітлення оцінюється за відповідним показником денного освітлення (КПО) - виражається у відсотках від денного освітлення, яке створюється для даної площини в приміщенні. У точці одночасне освітлення видимого світла через отвір частини неба на зовнішній рівень рівномірно освітлюється розсіяним (дифузним) світлом від усього неба.

Штучне освітлення здійснюється за допомогою спеціальних електроосвітлювальних установок - світильників для освітлення місць, будівель, споруд, територій підприємств і установ, інших об'єктів.

Нормативні параметри природного освітлення робочих місць відповідають державним будівельним нормам ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне

Підп. і дата
Взаєм.інв.№ Інв.Модуль.
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179
-----	-----	----------	-------	------	-------------

освітлення», що затверджено наказом Мінрегіону №264 від 3 жовтня 2018 року є коефіцієнт природного освітлення. Налаштування коефіцієнта денного світла залежить від типу зорової роботи, яка виконується. Робота програміста відноситься до робіт середньої точності (робота IV класу зору, мінімальний розмір об'єктів роздільної здатності 0,5-1,0 мм), при використанні бічного світла КПО = 1,5%. Для зорової роботи IV класу мінімальна освітленість становить 300-500 люкс.

Для розрахунку штучного освітлення лабораторії молочного заводу приймаємо такі вихідні дані: приміщення площею 14,2 м², яке має ширину 2,7 м, довжину 5,3 м і висоту 2,8 м.

Щоб визначити кількість ламп, необхідних для забезпечення нормованого рівня освітленості, необхідно визначити світловий потік, що падає на робочу поверхню, за формулою:

$$F = \frac{ESKZ}{n}$$

де F – розрахований світловий потік, Лм; E

E – нормована мінімальна освітленість, $E = 300$;

S – площа освітленої кімнати;

K – запасний коефіцієнт, який враховує зменшення світлового потоку, спричинене забрудненням під час роботи лампи ($K=1,5$);

Z – відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості ($Z = 1,1$);

n – коефіцієнт використання світлового потоку, (залежно від характеристик лампи, розмірів кімнати, кольору стін і стелі, характеризується коефіцієнтом відбиття) Залежно від стін ($\rho_{ст.}$) і стелі ($\rho_{стелі}$) значення коефіцієнтів дорівнюють $\rho_{ст} = 50\%$ і $\rho_{ст} = 50\%$.) Розрахуємо індекс кімнати за формулою:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}$$

іє S – площа приміщення, $S = 14,2$ м²;

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк
						46

h – розрахункова висота підвіски, h=2,8 м;

A – ширина кімнати, A = 2,7 м;

B – довжина кімнати, B = 5,3 м.

Підставивши це значення, отримаємо: $i = 0,63$. Знаючи індекс кімнати, знаходимо, що $n = 0,20$. Підставивши всі значення у формулу для визначення світлового потоку F отримуємо:

$$F = \frac{30 \cdot 14,2 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{0,20} = 3\,514,5 \text{ Лм}$$

Пропонуємо застосувати для освітлення лабораторії люмінесцентні лампи типу ЛБ 40-1 зі світловим потоком F=4320 Лм.

Розрахуємо необхідну кількість ламп в баласті за формулою:

$$N = \frac{F}{F_n}$$

де N – кількість ламп, що підлягають визначенню;

F - світловий потік;

F_л - світловий потік лампи.

Підставивши значення отримуємо:

$$N = \frac{33514,5}{4320} = 7,75 \approx 8$$

5.3 Охорона праці при роботі на біогазових установках

При експлуатації обладнання для отримання біогазу та його використання необхідно враховувати вибухову природу метану. Метан становить небезпеку вибуху при змішуванні з повітрям у кількості від 5 до 15% за об'ємом. У разі витоку при вентиляції газ випарується без наслідків. У зв'язку з цим необхідно суворо дотримуватись необхідних заходів протипожежної та вибухонебезпечної безпеки на підприємстві виробництва метану та його околицях.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк 47
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

Біогаз також включає сірководень (H_2S) і вуглекислий газ (CO_2). Якщо сірководень і становить загрозу для здоров'я людини, то він присутній в невеликих кількостях і його легко визначити по неприємному запаху. Оскільки питома маса сірководню більша, ніж у повітря, слід стежити, щоб цей газ не накопичувався в поглибленні в разі витoku. У високих концентраціях він притуплює нюх, ускладнюючи його виявлення та потенційно несе собою смертельне отруєння, але знову ж таки важливо зазначити, що кількість сірководню в біогазі дуже мала, не більше 1%. Вуглекислий газ, який входить до складу біогазу, також може накопичуватися на глибині, оскільки він також важчий за повітря, створюючи небезпеку задухи в разі витoku в установці.

Перелік заходів безпеки:

1. Ємності з газом необхідно розміщувати на достатній відстані від житлових будинків, складів і доріг загального користування. Мінімально допустимі відстані: від будівлі з м'якою покрівлею - 10 м, від будинку з суцільною покрівлею - 5 м.
2. Біля бензобака (в радіусі 10 метрів) забороняється палити та розпалювати. Встановили спеціальні таблички з відповідними написами.
3. Регулярно перевіряйте рівень води в циліндричному резервуарі для зберігання повітря. Запобігайте замерзанню взимку. Ремонт резервуарів і труб повинен проводитися тільки фахівцями (організованими виробником обладнання), це особливо важливо для всіх робіт з відкритим вогнем і зварювальних робіт на газових баках і трубах.
4. Попередження витoku метану і змішування його з повітрям в обмеженому просторі складається з забезпечення герметичності газопровідних ліній та вентиляції редуційних клапанів з відводом повітря назовні.
5. Перед використанням видаліть повітря з газопроводу, пропускаючи газ через газопровід.
6. Монтаж вогнегасника здійснюється на газопроводі впритул до газоспалювальної установки.

Інв. № подл.	Підп. і дата
	Взаєм. інв. №
Вип	Підп. і дата
	Арк
№ докум.	Інв. № дубл.
	Підп. і дата

ТС 21510179

Арк

48

7. Забезпечте належну вентиляцію в зоні газопроводу.

8. Під стелею приміщення передбачені вентиляційні отвори для відведення газів, щільність яких менша за повітря.

9. Прокладіть газопровід з позитивним або зворотним нахилом, а обладнання – на нижньому кінці водорозподільного трубопроводу (біогаз містить водяну пару).

10. Контролюйте процеси щодо захисту газопроводів, особливо водовіддільників і вогнегасників. Замерзання, оскільки це перериває подачу газу, пошкоджує газопроводи та викликає значне підвищення тиску в метантенках або газоприймачах, розрахованих на низький тиск.

11. Видалити всі потенційні джерела іскроутворення з біогазової установки та зони газопроводу.

12. Розрахунковий тиск повітряного ресивера, який використовується для наповнення балона, має бути 170 кг/см².

Вимоги безпеки при встановленні та обслуговуванні наступні:

1. Особи віком до 18 років перед початком роботи на біогазовій установці повинні пройти інструктаж з охорони праці на робочому місці. Про проведення інструктажу ведеться запис у журналі з обов'язковими підписами працівника, який інструктується, та особи, яка проводить інструктаж.

2. Щодня перед виходом на роботу обслуговуючий персонал повинен проходити інструктаж з охорони праці. Персонал, який виконує роботи з технічного обслуговування біогазових установок, проходить медичний огляд не рідше ніж кожні 6 місяців. Вагітні жінки не допускаються до робіт з технічного обслуговування біогазових установок.

3. Під час роботи на біогазовій установці пам'ятайте про вибухонебезпеку метану, звертайте увагу на герметичність газгольдера та його комунікацій. При виявленні витоку газу роботи повинні бути припинені, а дефекти усуваються тільки фахівцями, які мають ліцензію на вибухові речовини.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

Арк
49

4. Порожні резервуари для води та резервуари біогазової установки перевіряють не менше двох спеціалістів, які розуміються на заходах безпеки, і оснащені шланговими протигазами, гумовими рукавичками та страхувальними мотузками. Після виходу з роботи робочий одяг необхідно просушити в спеціально відведеному приміщенні.

При експлуатації біогазової установки необхідно дотримуватися наступного:

Сірководень, що міститься в біогазі, дуже токсичний, і тривале вдихання великої кількості біогазу викликає отруєння. Неочищений біогаз пахне тухлими яйцями, але після очищення втрачає запах. Тому будь-яке приміщення з побутовою технікою, яка використовує 56 біогаз, необхідно регулярно провітрювати. Газопроводи необхідно регулярно перевіряти на герметичність і пошкодження. Витік газу необхідно виявляти мильним розчином або спеціальним обладнанням. Не використовуйте відкритий вогонь для виявлення витoku газу. Біогаз, змішаний з повітрям у співвідношенні від 5% до 15%, може спричинити вибух за наявності джерела запалювання при 600°C або вище. Відкритий вогонь небезпечний, якщо концентрація метану в повітрі перевищує 12%. Тому палити та розводити вогонь поблизу закладу заборонено. При зварювальних роботах відстань до газових приладів повинна бути не менше 10 метрів. Після того, як сировину з біогазової установки буде злито для технічного обслуговування, реактор необхідно провітрити, оскільки існує ризик вибуху, коли біогаз змішується з повітрям.

Тиск газу, що подається газопроводом до місця споживання газу, не повинен перевищувати 0,15 МПа, а тиск газу перед газовим приладом - 0,13 кг/см². Реактор повинен бути обладнаний засувками, гідрозатворами, які при необхідності можуть відключати його від головного випуску надлишкового тиску в газову систему, у разі перевищення нормативів.

Все обладнання на підприємстві має бути заземлене. Опір дроту заземлення має бути не більше 4,0 Ом.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ТС 21510179

Арк
50

ВИСНОВОК

В умовах загострення проблем енергопостачання в Україні необхідно проаналізувати структуру існуючих джерел енергії на користь технологій з використанням відновлюваних ресурсів. Одним із перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є виробництво та використання біопалива.

В Україні є необхідні умови для розвитку у напрямку відновлюваної енергетики. По-перше, в країні активно розвивається аграрний сектор, який є джерелом великої кількості різноманітних відходів і залишків. Крім того, використання відновлюваної енергетики вирішить багато важливих завдань, таких як: зменшення залежності від імпорту енергоресурсів, розвиток агропромислового комплексу, створення нових робочих місць і зрештою покращення екологічної ситуації в країні.

У роботі було проаналізовано можливість енергетичної утилізації відходів молочних підприємств.

На підприємствах молочної промисловості в процесі використання для технічних та інших потреб використовується чиста вода, котра в процесі забруднюється різними домішками, більшість з яких органічні. Стічні води на молочному заводі є результатом виробничих операцій, пов'язаних з мийним технологічним обладнанням, тарою та підлогою

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						Арк
					ТС 21510179					51
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Украина: эффективность малой энергетики / книга видана енергетичним центром ЄС в Києві за програмою Tacis – К.: Tacis, 2003. – 280 с.

2. Куріс Ю.В. Економічні аспекти виробництва та застосування біогазу. Газ метантенків / Ю.В. Куріс, С.І. Ткаченко, Н.В. Семененко // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – Харків: НТУ «ХПИ», 2010. – №7. – С. 23 – 30.

3. Четверик Г.О. Екологічні аспекти виробництва біогазу в Україні / Г.О. Четверик, В.М. Лісничий // Міжнародна конференція "Зелена енергетика", тези доповідей. – К.: Національний авіаційний університет, 2013 р. – С. 386 – 388.

4. Четверик Г.О. Виробництво та споживання біогазу в Україні / Г.О. Четверик // Міжнародна конференція "Відновлювана енергетика XXI століття", тези доповідей. – смт. Миколаївка, 2011 р. – С. 432 – 434

5. Порженский В. Биогазовый завод Орель Лидер / [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <http://biomass.kiev.ua/images/conference/pdf/6-Nijhuis-ukr.pdf>

6. Кучерук П.П. Підвищення ефективності виробництва біогазу шляхом сумісного метанового бродіння гнойових відходів та силосу кукурудзи: дисертація канд. техн. наук: спец. 05.14.08. «Перетворювання відновлюваних видів енергії» / П.П. Кучерук. – К.: Інститут технічної теплофізики НАН України, 2016. – 164 с

7. Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sae.gov.ua>

8. Ресульєва Н.Ш. Перспективи використання відходів рослинництва для вироблення біоенергії в Україні / Н.Ш. Ресульєва // Економіка: реалії часу. - 2015. - №4(20). - С. 179 – 185

Підп. і дата
Інв.№подл.
Взаєм.інв.№
Інв.№дубл.
Підп. і дата
Інв.№подл.

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк 52
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

9. Ратушняк Г. С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. посібн. / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула, К.В. Анохіна. - Вінниця: ВНТУ, 2010. - 170 с

10. Степанов Д. В. Оцінка можливостей отримання енергоносіїв з органічних відходів з урахуванням техногенного навантаження на навколишнє середовище / Д.В. Степанов, С. Й. Ткаченко, А.П. Ранський // Наукові праці ВНТУ. - 2012. - № 1. - С. 1 – 7

11. Пузік В.К. Знешкодження та утилізація відходів в агросфері: навч. посібн. / В.К. Пузік, Р.В. Рожков, Т.А. Долгова. – Харків: ХНАУ, 2014. - 220 с

12. Бунецький В.О. Аналіз технологічних процесів отримання твердого палива у вигляді пеллет або брикетів / В.О. Бунецький // Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області. -2011. - Вип. 10. - с. 328-340

13. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Кн. 5 : Електроенергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі / Т. О. Бурячок, З. Ю. Буцьо, Г. Б. Варламов, С. В. Дубовської, В. А. Жовтянський; Наук. ред. В. Н. Клименко, Ю. О. Ландау, І. Я. Сігал. — 2013. — 390 с. — ISBN 978-966-8163-18-0

14. Данюк К.О., Болтянська Н.І. Аналіз технологій переробки біомаси // Тези доповідей І Всеукраїн. наук.-практ. інтернет-конференції «Інноваційні технології в агропромисловому комплексі». - Мелітополь. – 2020. -С. 16-20.

15. Панцирева Г.В. Технологічні аспекти виробництва біогазу з органічної сировини / Г.В. Панцирева // Вісник Харків. нац. техніч. ун-ту с.-г. ім. П. Василенка. - 2019. - Вип. 199. - С. 276-290.

16. Голуб Г. Сучасні тенденції розвитку біогазових установок / Г. Голуб, О. Гайденко // Агробізнес сьогодні. – 2016. - № 20(339). - С.60-63.

17. Лемешев М.С., Майданюк А.Д. Вимоги безпеки під час роботи з установкою для отримання біогазу // Тези доповідей Міжнародної науковопрактичної інтернет-конференції “Інноваційні технології в процесі підготовки фахівців”, 2016. -Вінниця: ВНТУ. - 104-107 с.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк
						53

18. Гармаш С.М. Охорона праці та навколишнього середовища на станціях виробництва біогазу. // Научное окружение современного человека: техника и технологии. – 2018. - С. 137-147

19. Трипольська Г.С., Дячук О.А., Подолець Р.З., Чепелев М.Г. Біогазові проекти в Україні: перспективи, наслідки та регуляторна політика// Економіка і прогнозування. 2018, № 2, с.111-134.

20. Гелетуха Г., Драгнєв С., Кучерук П., Матвєєв Ю. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України. – Київ, 2017. – 70 с.

21. Карелин Я.А., Репин Б.Н. Биохимическая очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 161 с.

22. Omil F., Garrido J., Arroso B., Mendez R. Anaerobic filter reactor performance for the treatment of complex dairy wastewater at industrial scale // Water research. – 2003. – Vol. 37, №17. – P. 4099-4109.

23. Феофанов Ю.А., Калинина-Шувалова С.Р. Разработка схемы локальной очистки сточных вод молокоперерабатывающих заводов с применением электролитических методов // Меэвузовский тематический сборник трудов ЛИСИ. – 1977. – №6 – С. 130-134.

24. Феофанов Ю.А., Калинина-Шувалова С.Р. Исследования по очистке сточных вод предприятий молочной промышленности методом электрокоагуляции // Меэвузовский тематический сборник трудов ЛИСИ. – 1977. – №6 – С. 134-138.

25. Калинина-Шувалова С.Ф. Локальная очистка сточных вод предприятий молочной промышленности. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. тех. наук. – Ленинград, 1977. – 26 с.

26. Filno B., Figueiredo R., Nour E. Anaerobic of ptreatment of dairy bigwig effluents // Prog. 51 st Purdue Ind. Waste Conf. – 1996. – P. 323-331.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 21510179	Арк
						54

27. Лукашенко С.В. Повышение эффективности обработки жиродержащих вод мясомолочной промышленности. Рукопис дис. канд. техн. наук: 05.23.04. – Харьков: ХГТУСА, 2002. – 176 с.

28. Лукашенко С.В. Очистка производственных жиродержащих сточных вод молокозаводов // Коммунальное хозяйство городов. Науч. техн. сб. – 76 ХГАГХ. – К.: Техника, 2000. – Вып. 25. – С. 157-159.

29. Березуцкий В.В., Терновская О.И., Одарюк П.В. Очистка жирового стока реагентной обработкой с отстаиванием // Весник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков: ХГПУ. – 1997. – Вып. 8. – С. 20-23.

30. Охорона праці : Навч. посіб. / Я. І. Бедрій, Є. О. Геврик, І. Я. Кіт, О. С. Мурін, В. М. Єнкало; ред.: Є. О. Геврик; Укр. держ.. ун-т. - Л., 2000.-ф 280 с. - Бібліогр.: с. 277-279.

31. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»

32. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»

Инв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Инв.№дубл.	Підп. і дата	TC 21510179					Арк
					Вып	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	55