МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _____ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого_____
Кафедра ___Електропостачання та енергоменеджменту_____

«До захисту в ЕК»		**«До захисту допущено»**	
Директор інституту(декан факультету)		Завідувач кафедри	
_____	_Сергій БЛАЖЕНКО	_____	__Сергій БАЛЮТА
(підпис)	(прізвище та ініціали)	(підпис)	(прізвище та ініціали)
«___» ___лютого__ 2023 р.		«___» ___лютого__ 2023 р.	

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності __141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»__
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми « Електротехнічні системи електроспоживання»
на тему:___ Ефективність використання відновлюваних джерел енергії для енергозабезпечення в системах розосередженної генерації
_____

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЕЛ-2-7М

_____Марченко Богдан Андрійович _____ _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _ Серьогін Олександр Олександрович _ _____
(прізвище , ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти__ _____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _Володимир ТЕЛИЧКУН_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із працьінших авторів без відповідних посилань.

Здобувач_____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім акад І.С. Гулого
Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту
Освітній ступень магістр
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».
Освітньо-професійна програма Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕПЕМ
_____ /Сергій БАЛЮТА
«__07__» листопада 2022 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР

Марченко Богдан Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Ефективність використання відновлюваних джерел енергії для енергозабезпечення в системах розосередженної генерації»

керівник проекту (роботи) Серьогін Олександр Олександрович, д. т. н., професор
затверджені наказом вищого навчального закладу від «__07__» 11. 2022р. № 794-кс
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 лютого 2023 року
3. Вихідні дані до роботи (проекту) дані про сумарне навантаження електричне навантаження обласної електросистеми та температуру повітря відповідного регіону з дискретністю в одну годину

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд методів і операторів прогнозування сумарного електричного навантаження (СЕН) електропостачальної компанії (ЕПК). 2. Розробка багатофакторної математичної моделі (ММ) СЕН ЕПК із декомпозицією СЕН на окремі складові та синтезом прогнозного графіку. 3. Порівняльна оцінка точності прогнозних значень СЕН із застосуванням різних типів операторів прогнозування. 4. Апробація ММ за даними реальної енергосистеми. 5. Розробка алгоритму та експериментальної програми моделювання графіків активної потужності у вузлах енергосистеми в умовах відсутності регулярних вимірів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація (10 слайдів)

6. Консультанти розділів роботи (проекту)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 07 листопада 2022 року

К А Л Е Н Д А Р Н И Й П Л А Н

Пор .№	Назва етапів виконання проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання на дипломне проектування	07.11.2022 р.	
2	Вступ	08.11.2022 р.	
3	Анотація	09.11.2022 р.	
4	Вступ	10.11.2022 р.	
5	Розділ 1. Енергія біогазу	15.11.2022 р.	
6	Розділ 2. Процеси зниження екологічної небезпеки водовідведення	21.11.2022 р.	
7	2.1 Процеси водовідведення та доочищення стічних вод	22.11.2022 р.	
8	Розділ 3. Переваги та недоліки методів очищення стічних вод від біогенних елементів	25.11.2022 р.	
9	Розділ 4. Сучасні дослідження біохімії процесів анаеробного зброджуванння	30.11.2022 р.	
	Розділ 5. Комп'ютерне моделювання процесу анаеробного бродіння	15.12.2022 р.	
10	5.1 Постановка задачі моделювання	30.12.2022 р.	
11	Розділ 6. Розробка геометричної моделі метантеку для біогазової установки на стічних водах з одностадійною технологією	05-26.01.2023 р.	
12	6.2 Комп'ютерне моделювання в програмному середовищі SolidWorks	26-31.01.2023 р.	
13	Оформлення пояснювальної записки	01.02.2023 р.	
14	Оформлення презентації	03.02.2023 р.	
15	Подання готової роботи для перевірки на плагіат	05.02.2023 р.	

Магістрант _____ Пугаченко В.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Серьогін О.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Метою даної роботи було зрозуміти, що таке ефективныість выкористання выдновлюваних джерел, біотрансформації органічних відходів пыдприємств харчової промисловості, зрозуміти як і де використовуються результати. Проаналізовано сучасний стан органічних відходів і розвитку біогазових установок, дані короткий опис станції для комплексного енергозабезпечення. Представлені дані приклади про сонячну інсоляцію на харчових підприємствах і їх комплексне енергозабезпечення. Проведенно теоретичний аналіз практичного застосування анаеробного зброджування осадів стічних вод з метою отримання біогазу на промислових харчових очисних спорудах.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, системи розосередженної генерації, анаеробне зброджуваннння, біогазові установки.

ABSTRACT

The purpose of this work was to understand what is the biotransformation of organic waste sewage treatment plants, to understand how and where they are used. The current state of development of biogas plants is analyzed, a brief description of the station for light electric cycles is given. The data on solar insolation on a flat surface are presented. Theoretical analysis of practical application of anaerobic fermentation of sewage sludge for the purpose of receiving biogas on sewage treatment facilities is carried out.

Key words: enewable energy sources, distributed generation systems, anaerobic digestion, biogas plants.

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы было понять, что такое биотрансформации органических отходов канализационных очистных сооружений, понять как и где используются. Проанализировано современное состояние развития биогазовых установок, даны краткое описание станции для легких электроциклов. Представлены данные о солнечной инсоляции на плоскую поверхню.Проведенно теоретический анализ практического применения анаэробного сбраживания осадков сточных вод с целью получения биогаза на канализационных очистных сооружениях.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, системы рассредоточенной генерации, анаэробное сбраживание, биогазовые установки

Зміст

Вступ…….....6

1. Комплексне енергозабезпечення промисловими відходами …… 8

1.1.Необхідність впровадження біогазових установок……..8

1.2.Процес анаеробного зброджування органічних речовин ….....……...10

1.3.Організація процесів водовідведення їх технічні та екологічні характеристики…….13

2. Процеси зниження екологічної небезпеки водовідведення (та доочищення стічних вод від біогенних елементів) ……..…….……16

2.1 Процеси водовідведення та доочищення стічних вод …...…….....16

3. Переваги та недоліки методів очищення стічних вод від біогенних елементів….21

3.1 Переваги та недоліки методів очищення стічних вод від біогеннихелементів....21

4. Сучасні дослідження біохімії процесів анаеробного зброджуваннння.....28

5. Комп'ютерне моделювання процесу анаеробного бродіння . ……..….....35

5.1. Постановка задачі моделювання…….....39

5.2. Результати розрахунків …….……...….....42

6. Розробка геометричної моделі метантеку для біогазової установки на стічних водах з одностадійною технологією ..……..46

6.1 Аналіз роботи системи обігріву метантенку …….....46

6.2 Комп'ютерне моделювання в програмному середовищі SolidWorks…….....48

Висновки…. …….……...…….64

Перелік використаних джерел……...……..……..……....66

ВСТУП

В умовах стрибкоподібного зростання ціни на імпортні енергоносії нафтового походження та природний газ сільськогосподарська та переробна харчова промисловість, а також селищні котельні, бездумно переведені свого часу на спалювання природного газу, опинились в кризових умовах - як з точки зору неконкурентоспроможного збільшення собівартості продукції, так і ризику обмеження забезпечення паливом.

Раціональне використання нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії в комунальному господарстві : вітру, сонячного випромінення, геотермальної енергії та біомаси, що включає відходи комунального господарства, стічні води життедіяльності місцевих громад сільськогосподарські відходи є одним з істотних компонентів сталого розвитку сучасного суспільства, шо приносить значимі екологічно-енергетичні ефекти. Зростання участі нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії в паливно-енергетичному балансі комунального господарства сприяє поліпшенню ефективності використання і економії запасів енергетичної сировини міста та міських громад, поліпшенню стану екології навколишнього середовища, через зменшення забруднень до атмосфери і води, а також зменшення кількості відходів місцевого виробництва і життєдіяльності населення. У зв'язку з цим підтримка розвитку альтернативної енергетики, утилізації відходів життєдіяльності в міських громадах стає з кожним днем все більш актуальним завданням для майже всіх країн світу. Значне зростання зацікавленості відновлювальними джерелами енергії почалось в дев'яностих роках. Підсумком такої зацікавленості стало те, що від 1990 року всесвітнє використання енергії сонячного випромінення зросло в чотири рази, а енергії вітру - у вісім. Тенденція до зростання динаміки розвитку відновлювальних джерел енергії в комунальному господарстві найближчими роками сподіваємося буде зберігатися. Для цього є багато причин. Окрім економії традиційних енергоресурсів, це і зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище, збільшення рівня

енергетичної безпеки, створення нових робочих місць, пропаганда регіонального розвитку.

ВДЕ можуть відігравати суттєву роль в енергетичному балансі окремих регіонів, підвищуючі їх енергетичну та екологічну безпеку. Розвиток альтернативної енергетики здатен залучити та розвивати додаткову інфраструктуру для впровадження нових проектів та експлуатації діючих енергетичних об'єктів. Очевидно, потенційно найбільшим споживачем нетрадиційної, альтернативної та відновлювальної енергії може бути комунальне, житлове будівництво транспорт та сільськогосподарське виробництво. Вирощування технічних культур в місцевих громадах для виробництва біопалива та отримання біомаси в суміші з комунальними відходами вирішує питання по залученню земель забруднених га непридатних для вирощування харчових культур, дозволяє створити там нові робочі місця. Використання кооператійних установок допоможе, переробляючи відходи біомаси отримувати від них електричну та теплову енергію для власних потреб. Але найголовніше, що широке впроваджегня ВДЕ допоможе вирішити багато екологічних проблем, що виникають у процесі використання традиційних паливних ресурсів.

Зростання світових енергетичних потреб, спричинений швидким розвитком світового виробництва, обмежена кількість корисних копалин та надмірне забруднення навколишнього середовища спрямовують все більше уваги до використання від-новлювальних джерел енергії в комунальному господарстві. Частка відновлювальних джерел енергії в паливно-енергетичному балансі високорозвинених держав ЄС до 2025 року повинна становити близько 30%, а в Україні планується 15%. Підтримка розвитку ВДЕ є важливою складовою національної політики по шляху до Європейського союзу. Це підтверджує опублікована в 2019 році стратегія розвитку ВДЕ в країнах

Європейського союзу, шо стала підставою для дій на рівні Євросоюзу. . Великі відмінності у використанні відновлювальних джерел енергії в окремих європейських державах виникають перш за все за рахунок різниці у технічних і фінансових можливостей.

Найпростішим рішенням здається замінити, де можливо, природний газ альтернативним паливом з відходів харчової та переробної промисловості і комунальних відходів органічного походження, що мають енергетичний потенціал.

Встановлено, що накопичення подібних відходів приносить не тільки збитки підприємству , але і значно порушує екологічну рівновагу в природі. Результати цього порушення ми відчуваємо останнім часом. Тому з метою підвищення енергетичної ефективності підприємств агропромислового комплексу і харчової та переробної промисловості слід рухатись шляхом заміщення імпортного природного газу альтернативними місцевими паливними ресурсами.

Слід зазначити, що сільськогосподарська та харчова переробна промисловість мають своє значне паливне джерело, яке на сьогоднішній день практично не використовується. Це відходи спиртової промисловості (барда), пивних заводів (дробина), масло переробної промисловості (шред, макуха, лушпиння соняшника та ін.), целюлозовміщуючі біо відходи—солома, стовбур,я, рисова січка та ін. Річні втрати по самим оптимістичним прогнозам перевищують в паливному еквіваленті 10 міл.т.у.п.

Проте за тотального газового дефіциту енергетичного вугілля, що видобувається в Україні, ледь вистачить лише на забезпечення ТЕС, а його ціна ризикує зрости пропорційно до ціни на природний газ. Тому **з метою заміщення природного газу найбільшу увагу слід приділити місцевим паливним ресурсам.**

Найчастіше до таких відносять торф, розвіданих запасів якого за категоріями А+В+С] в Україні є понад 600 млн. т (до 200 млн. т. умовного палива(у.п.)). Проте на сьогодні річне виробництво торфу складає лише трохи більше 0,5 млн. т. (0,16 млн. т. у.п.), і його збільшення обмежується не тільки екологічними обставинами, але й тим, що енергетичний фрезерний торф з малим розміром частинок придатний лише для пиловидного спалювання, на яке можуть бути переведені далеко не всі місцеві котельні та промислові енергоустановки.

В той же час сільськогосподарська та переробна промисловість мають своє значне паливне джерело, яке практично не використовується. Це целюлозовміщуючі біовідходи - солома, стовбур'я, лушпиння тощо, річні втрати яких перевищують в

паливному еквіваленті 10 млн. т. у.п. Через певні механічні властивості біовідходи непридатні для використання в існуючих енергоустановках. Втім, з огляду на їх практично нульову собівартість, можна запропонувати замість розробки спеціальних енергоустановок для їх утилізації **впровадити спеціальні засоби паливо-підготовки, що дозволить використовувати біовідходи як паливо для найбільш поширених в сільськогосподарській та переробній промисловості енергоустановок.**

2. До найбільш значних споживачів палива в сільськогосподарській та переробній промисловості відносяться:

- котельні та печі, оснащені топками з нерухомим шаром;
- котли та печі, де спалюють природний газ;
- двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) на дизель-генераторах та транспортних засобах.

Останні дві групи принципово можливо і досить нескладно перевести на спалювання генераторного газу, але вимоги до нього будуть різні. Якщо для котлів та печей найважливішим є досягнення найвищої нижчої теплоти згоряння генераторного газу, то для ДВЗ - якомога меншого вмісту в ньому пилу та смол.

На цей час в світі існує багатий досвід розробки та експлуатації газогенераторних установок. З-поміж них доцільно розглянути найбільш прості та придатні для місцевих споживачів, тобто такі, що не потребують паро-кисневого дуття, підвищеного тиску, складної організації та автоматизації процесу. Це технології газифікації в нерухомому шарі з низхідним (НРГ) та висхідним (ВРГ) рухом газу. .В обох використовують кускове паливо (розмір кусків від 6 до 50, зрідка до 200, мм), яке подають в шар згори.

В технологіях з ВРГ повітряне дуття подають знизу, утворюючи послідовно знизу догори зони допалювання коксозольного залишку, газифікації коксового залишку, піролізу та сушіння палива. Знизу через решітку виводять практично чистий попіл, зверху виводять синтез-газ в суміші з випаруваною вологою палива та смолами (до 100 г/нм^3). Такий газ доцільно безпосередньо, без охолодження і очищення, скидати на спалювання в топку котла або печі. Наявність смол в синтез-газі збільшує його нижчу теплоту згоряння до 1200-4300 ккал/нм , низька (менше 300°С)

температура синтез-газу на виході сприяє підвищенню хімічного ККД процесу (частки теплоти згоряння твердого палива, що перейшла в газоподібне) до більше 80%. Одинична теплова потужність таких газогенераторів - до 60 МВт.

В технологіях з НРГ повітряне дуття подають в середню частину шару, де утворюється зона горіння. Менша частина продуктів згоряння іде догори, забезпечуючи сушіння палива із скиданням пари в довкілля, а більша - донизу, де

утворює зону газифікації коксового залишку. Завдяки проходженню смол через високотемпературну зону їх вміст в газі мінімальний (менше 0,5 г/нм^3), але нижча

теплота згоряння лише зрідка сягає 1000-И200 ккал/нм . Інші недоліки - механічний недопал в коксозольному залишку (який, щоправда, можна час від часу знову завантажувати разом із свіжим паливом) та хімічний ККД менше 70%. Одинична теплова потужність таких газогенераторів - до 2 МВт, вони найбільш придатні для живлення ДВЗ.

РОЗДІЛ 1. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СИСТНМАХ РОЗОСЕРЕДЖЕННОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ТА ЇЇ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ

Значення і роль ресурсів у процесі виробництва продуктів харчування найбільш точно розкривається в межах ресурсної теорії. Однак дослідження економічної сутності ресурсозбереження повинно розглядатися з урахуванням ширшого спектру понять, до яких слід віднести «ресурси», «ресурсний потенціал». Тісний зв'язок між ними не скасовує їх принципової відмінності, яка полягає в тому, що ресурси можуть існувати незалежно від суб'єктів господарювання, а потенціал окремого підприємства є невідокремленим від нього як від суб'єкта діяльності. Тобто «потенціал», крім різного роду ресурсів, включає також здібності та можливості підприємства та його персоналу до ефективного використання наявних ресурсів.

1.1. Тенденції розвитку світової енергетики

В умовах постійного погіршення стану довкілля, тенденції розвитку світової енергетики, в умовах зростання вартості земель актуальним завданням є також скорочення площ, що займають очисні споруди та підвищення їх екологічної безпеки з метою зменшення розмірів санітарно-захисних зон навколо них [5].

Отже, тенденції розвитку світової енергетики є умовою забезпечення результативної та ефективної діяльності підприємства з урахуванням екологічних вимог та стандартів виробництва.

Зважаючи на вищенаведене, авторами запропоновано розглядати

ресурсозбереження як метод управління підприємством, заснований на впровадженні ресурсозберігаючих технологій, прийнятті ефективних управлінських рішень стосовно ресурсозбереження, а також постійному вдосконаленні знань і професійних навичок відповідних управлінців.

Пріоритетними напрямами в проведенні активної та інноваційної ресурсозберігаючої політики на підприємствах харчової промисловості можна вважати такі:

- упровадження безвідходних або маловідходних технологій;
- удосконалення обліку цінностей на підприємстві та запровадження системи перетворення будь-якої цінності, наявної в розпорядженні підприємства, в «працюючий» ресурс, тобто той, який у підсумку принесе прибуток;
- регулярне проведення аналізу стану ресурсозбереження та ресурсоємності на підприємстві;
- використання вторинних ресурсів і відходів, зниження матеріаломісткості продукції;
- підвищення продуктивності праці, удосконалення кадрового менеджменту;
- здобуття енергонезалежності за рахунок виробництва альтернативних видів палива зі вторинної сировини та відходів виробничого циклу;
- оптимізація управління оборотними та фінансовими ресурсами.

Головною проблемою формування системи з упровадження процесу ефективного та раціонального використання існуючих ресурсів є недосконале розуміння об’єкту ресурсозбереження. Виникає необхідність виділення напрямів, за якими формується система ресурсозбереження та алгоритм визначення достатності певних видів ресурсів залежно від потреби в них. Ресурсозбереження підприємства харчової промисловості повинно сприяти створенню достатньої кількості матеріальних ресурсів для здійснення розвитку та забезпечення матеріально-технічного постачання, інформаційного забезпечення та ресурсозбереження на рівні підприємства.

Процес управління ресурсозбереженням здійснюється в одному інформаційному полі через прямий та зворотний зв’язок між суб’єктом та об’єктом управління (рис.

1.3).

Головним об’єктом ресурсозбереження є процес оптимізації системи наявності та використання матеріальних ресурсів, що має якісну й кількісну характеристики, соціальну й економічну спрямованість. Найсуттєвішого результату при ресурсозбереженні досягають тоді, коли процес ресурсозбереження охоплює всі стадії життєвого циклу ресурсу, на кожній із яких визначають відповідні напрями і способи ресурсозбереження.

Привертає увагу те, що **вимоги щодо розміру кусків палива та газогенераторів** з **нерухомим шаром збігаються: оптимальний розмір 6+50 мм, масова частка дрібноти менше 6 мм - не більше 20%.** Це викликане необхідністю виключення виносу частинок з шару та забезпечення вільного руху газу між частинками. Щодо зольності, вмісту вологи та нижчої теплоти згоряння, вимоги значно варіюються залежно від марки твердого палива.

З. З хімічної точки зору, більшість сухих біовідходів (вміст вологи менше 10%) являє собою здебільшого целюлозу $C_6H_{10}O_5$ з невеликим вмістом білку та лігніну. їх нижча теплота згоряння при вмісту вологи 10% становить 3000+3100 ккал/кг, що в 1,5+1,8 рази перевищує цей показник для рядового бурого вугілля та фрезерного торфу, і практично дорівнює буровугільним брикетам. Але, на відміну від останніх, біовідходи практично не містять золи (менше 1%) та сірки (менше 0,2-0,3%).

У системі ресурсозбереження використовують такі основні організаційно-економічні заходи:

- упровадження прогресивної ресурсозаощаджуваної техніки й технології;
- удосконалення конструкції продукції;
- використання нових видів сировини та матеріалів;
- розробка нових видів ресурсів;

1.2. Структура традиційної енергетики

На сучасному етапі ресурсозбереження перетворилося на основну ідеологію економічного розвитку провідних країн світу. Важливу роль у формуванні такої ідеології відіграла ефективна система мотивації всіх суб'єктів господарювання, населення, органів влади різних рівнів до впровадження ресурсозберігаючих заходів, яка була створена в цих державах.

Мотивація (від грец. motif, від лат. moveo - «рухаю») - це зовнішнє або внутрішнє спонукання суб'єкта господарювання до діяльності для досягнення певних цілей, наявність інтересу до такої діяльності і способи його ініціювання, спонукання. Мотивація до ресурсозбереження містить декілька основних компонентів (рис. 1.4).

Дослідження мотивів ресурсозбереження, тобто внутрішніх спонукальних сил, є відправним пунктом побудови системи запровадження ресурсозберігаючої діяльності. Мотиви споживання поділяють на раціональні, емоційні та моральні. До раціональних слід віднести насамперед економічні вигоди, які полягають у можливості отримати додаткові доходи від упровадження ресурсозберігаючих заходів. Серед емоційних мотивів у сфері ресурсозбереження варто виділити почуття причетності кожного члена суспільства до виконання важливої спільної справи - підвищення ресурсоефективності економічної системи, стиль життя та можливості його зміни у кращий бік із упровадженням ресурсозбереження, почуття страху у зв'язку зі швидким вичерпуванням ресурсів без зміни характеру ресурсоспоживання тощо. Моральні мотиви можуть містити такі різновиди, як досягнення соціальної справедливості в суспільстві шляхом кращого використання ресурсів, збереження і підвищення якості довкілля та інше.

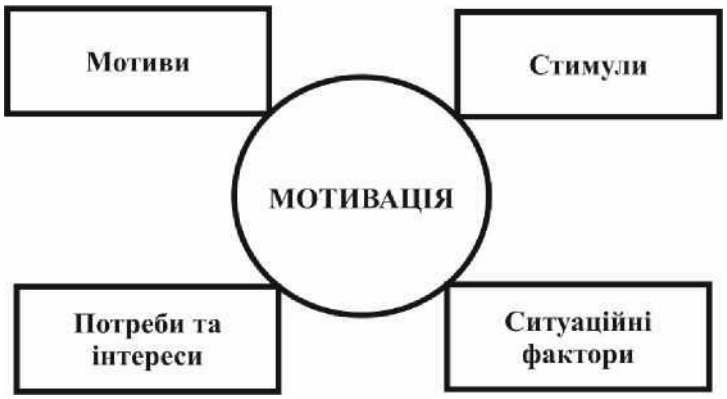

Рис. 1.1. Складові елементи мотивації

З погляду розроблення ефективних систем мотивації ресурсозбереження, на початкових етапах упровадження ресурсозберігаючих заходів доцільним є переважне використання раціональних (економічних) мотивів. Це пов'язане з тим, що в цей період потенціал ресурсозбереження в країні є досить великим, а суспільство ще не повною мірою усвідомило необхідність і доцільність ресурсозберігаючої діяльності. Отже, моральні та емоційні мотиви до ресурсозбереження є слабкими, тому основним завданням мотивації є наголошення на економічних вигодах, які несе в собі реалізація ресурсозберігаючих заходів в економіці. Пізніше, коли суспільство усвідомить економічну доцільність раціонального та ефективного використання ресурсів, при проведенні політики ресурсозбереження слід більш активно задіяти моральні та емоційні мотиви, оскільки під час реалізації наявного ресурсозберігаючого потенціалу економічна ефективність заходів із ресурсозбереження буде знижуватися.

Стосовно України слід зазначити, що за роки незалежності в державі певною мірою вдалося сформувати мотиви до впровадження ресурсозберігаючої діяльності. Сьогодні на користь реалізації вітчизняних ресурсозберігаючих проєктів свідчить той факт, що з погляду капітальних вкладень енерго- та ресурсозберігаючі заходи у 3-4 рази ефективніші за створення нових виробничих потужностей. Висока соціально-економічна та екологічна ефективність ресурсозбереження підтверджується численними результатами впровадження пілотних проєктів, наприклад, у водоканалізаційному господарстві України. Отримані результати сприяють зміцненню раціональних мотивів ресурсозбереження. Але при цьому слід вказати на слабкий

розвиток моральних та емоційних мотивів, які зараз відіграють невелику роль, хоча їх значення в міру реалізації ресурсозберігаючого потенціалу країни буде зростати.

Провідне місце в системах мотивації належить потребам. Згідно з найбільш поширеною теорією ієрархії потреб А. Маслоу, останні поділяються на п’ять основних груп і часто зображуються у вигляді піраміди (рис. 1.5). Основу її складають первинні потреби (перша і друга групи), верхівку - вторинні (наступні три групи).

Ураховуючи специфіку ресурсозберігаючої діяльності, на нашу думку, ієрархію потреб доцільно звести до трьох основних груп: економічні, соціальні та екологічні з можливою подальшою деталізацією в цих групах. Першу з них утворюють економічні потреби (первинні за Маслоу), які полягають у необхідності досягнення певного рівня ресурсної безпеки, задоволення першочергових економічних потреб за рахунок раціонального використання ресурсів тощо. Другу групу складають соціальні, пов’язані з необхідністю утримання і підвищення рівня соціального добробуту, зменшення масштабів бідності, зростання соціальних стандартів, дотримання соціальної справедливості за допомогою реалізації політики ресурсозбереження. Третя група містить екологічні потреби, які активізуються після задоволення економічних та соціальних потреб. Друга і третя групи потреб у ресурсозбереженні належать до вторинних. З’ясування ступеня пріоритетності тієї чи іншої групи потреб для задоволення на поточний момент часу є важливим моментом при побудові ефективної системи мотивації ресурсозберігаючих заходів.

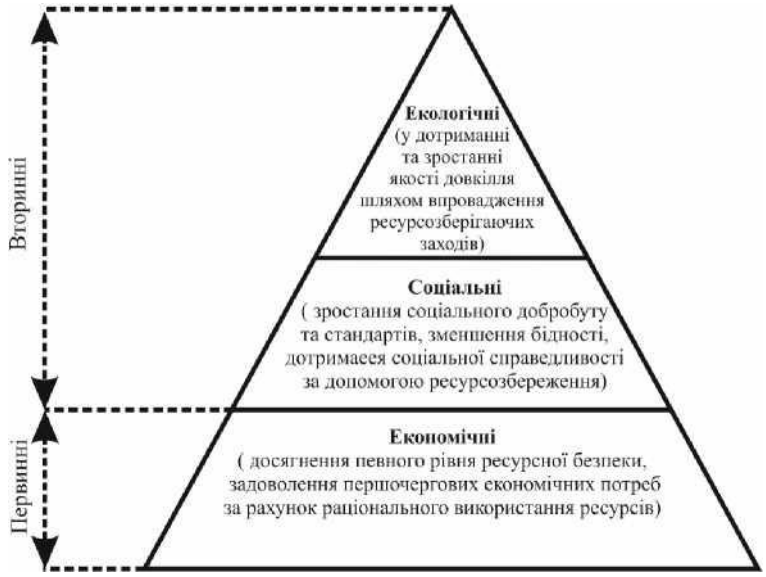

Рис. 1.2. Ієрархія потреб у ресурсозбереженні

Практичним втіленням існуючих потреб є інтереси, які полягають у прагненні мати такий рівень ресурсоефективності систем виробництва і споживання, який би забезпечував гідний рівень якості життя всіх членів суспільства з урахуванням його екологічної, соціальної та економічної складових. За масштабом охоплення можна виділити загальнонаціональні (рівень держави), регіональні (регіон, територія), локальні (група підприємств, підприємство, група населення) та особисті (окремий член суспільства) інтереси в ресурсозбереженні.

Загальнонаціональні та регіональні інтереси полягають у необхідності забезпечення економічного зростання в країні (регіоні) за допомогою проведення державної (регіональної) ресурсозберігаючої політики, підвищення соціального добробуту, якості навколишнього природного середовища, зростання ресурсної безпеки держави (регіону, території) тощо. Вони виникають унаслідок економічного і законодавчого стимулювання на регіональному, державному і міжнародному рівнях, екологічної пропаганди. Зазначені інтереси відповідають прагненням суспільства загалом, проте можуть не узгоджуватися з інтересами його окремих членів. Прикладом може слугувати ситуація протидії ресурсних монополістів рішенням уряду зі стимулювання заходів щодо скорочення ресурсоспоживання в бюджетній сфері країни. Із цих позицій важливим завданням мотивації є вивчення і узгодження інтересів різних груп і членів суспільства.

Локальні інтереси охоплюють окремих суб’єктів господарювання або їх групи населення, які характеризуються спорідненістю мотивів ресурсозбереження. У межах цієї групи доцільно виділяти інтереси виробників і споживачів ресурсів, товарів та послуг, а також постачальників, оскільки ці інтереси суттєво відрізняються один від одного і зазвичай мають економічну природу. Виробники ресурсів, товарів та послуг зацікавлені у впровадженні заходів, які забезпечують зменшення ресурсоємності продукції, що виробляється, економію матеріальних та енергетичних ресурсів, скорочення витрат на управління виробництвом тощо. Інтереси споживачів охоплюють придбання енергоощадної, екологоефективної продукції та послуг, можливість самостійного регулювання всіх без винятку ресурсів, що ними споживаються, та

можливість отримання економії витрат унаслідок такого регулювання. Інтереси постачальників ресурсозберігаючого устаткування, товарів та послуг полягають у збільшенні їх доходів унаслідок реалізації ресурсозберігаючих заходів виробниками та споживачами.

Також локальні інтереси можуть відрізнятися залежно від сфери економічної діяльності суб'єктів господарювання, їх належності до великого, середнього, малого бізнесу, бюджетної та небюджетної сфер та ін., що обов'язково слід ураховувати при побудові систем мотивації ресурсозбереження.

В Україні протягом останніх років потреби у ресурсозбереженні збільшувалися, хоча навіть дотепер вагома їх частина є прихованою. Це демонструє динаміка розподілу попиту на ресурсо- та енергозберігаючі технології в Сумській області у 2000-2007 рр. Якщо позитивний попит на ресурсо- та енергозберігаючі технології у 2000 році в області склав менш ніж 25 % серед опитаних потенційних покупців, то у 2007 році його частка збільшилася до 48 %, при цьому неплатоспроможний попит становив близько 30-40 %. Отже, зростання потреб у ресурсозбереженні у вітчизняних суб'єктів господарювання не завжди трансформується в інтереси та повноцінний платоспроможний попит, послаблюючи мотивацію до реалізації ресурсозберігаючих заходів.

Вагомою складовою мотивації є стимули, які є зовнішньою спонукальною силою до досягнення цілей ресурсозберігаючої діяльності. У сфері ресурсозбереження варто виділити чотири основні групи факторів, які необхідно враховувати при стимулюванні впровадження ресурсозберігаючих заходів: ресурсозабезпечення, ресурсо- доступність, ресурсоприйнятність та ресурсоефективність.

Ресурсозабезпечення полягає в дотриманні безперебійності постачання необхідних ресурсів для процесів виробництва і споживання в достатніх обсягах та не нижче встановленого рівня якості при та після впровадження ресурсозберігаючих заходів. Те саме стосується й ресурсозберігаючого устаткування, товарів та послуг, які пропонуються суб'єктам господарювання для реалізації ними ресурсозберігаючих проєктів. Більшість суб'єктів не схильні до активного пошуку ресурсоефективних технологій і товарів на ринку, що є основною перешкодою на шляху здійснення ними оптимального вибору та причиною придбання і впровадження менш ресурсоефективних

аналогів.

Ресурсодоступність передбачає, що впроваджувані ресурсозберігаючі заходи мають сприяти покращенню доступу суб'єкта господарювання до необхідних йому ресурсів за ціновими характеристиками та рівнем енергоощадності, тобто забезпечувати зменшення витрат на придбання ресурсів завдяки переорієнтації на інші, більш дешеві аналоги поряд зі зменшенням загальних обсягів ресурсоспо- живання, у тому числі традиційних ресурсів. Цей фактор також передбачає, що витрати на реалізацію ресурсозберігаючих проєктів повинні бути посильними (доступними) для відповідних суб'єктів господарювання, а їх результати мають як суттєво поліпшувати соціально-економічне становище виконавця, так і забезпечувати отримання позитивного екологічного та інших ефектів ним та суспільством у цілому.

Ресурсоприйнятність полягає в забезпеченні мінімізації негативного впливу процесів виробництва і споживання ресурсів та продукції, послуг на довкілля та соціальну сферу внаслідок реалізації ресурсозберігаючих заходів. Якщо в ході виконання заходів потрібна заміна одного використовуваного ресурсу, технології його виробництва чи споживання на інші, вона повинна бути прийнятною з погляду технологічних і технічних можливостей, економічних, соціальних та екологічних наслідків.

Ресурсоефективність як фактор мотивації передбачає, що вибір і впровадження ресурсозберігаючих проєктів повинні здійснюватися не за принципом «адміністративного примусу», а на основі показників соціальної, економічної, екологічної ефективності проєктів. При цьому необхідність реалізації подальших заходів із ресурсозбереження повинна визначатися на основі об'єктивної оцінки потен-ціалу підвищення ресурсоефективності з вибором оптимального з усіх можливих варіантів впровадження заходу.

Важливого значення при здійсненні мотивації набувають також методи економічного стимулювання ефективного споживання ресурсів на рівнях споживача, виробника та держави загалом. Стосовно сфери ресурсозбереження споживачі можуть стимулювати підвищення ефективності виробництва і споживання ресурсів, поширення ресурсозберігаючих технологій та ресурсоощадних товарів шляхом формування

позитивного і негативного ставлення до них, «голосуванням гривнею», тобто підвищеним попитом на одні та зниженням попиту на інші, більш ресурсовитратні види продукції. Виробники зі свого боку спроможні суттєво вплинути на пріоритетність споживання ресурсоефективних товарів і послуг, застосовуючи наступний комплекс засобів стимулювання:

- рекламу ресурсоощадної продукції та її переваг, послуг із ресурсозбереження;
- інформування споживача, виробників технологій та обслуговуючі організації про нові ресурсоефективні технології та сферу їх використання;
- пропаганду ресурсозбереження;
- стимулювання збуту.

Державні органи можуть формувати мотивацію до провадження ресурсозберігаючої діяльності шляхом як економічного стимулювання (цінового регулювання, кредитно-фінансової підтримки ресурсозберігаючих заходів, пільгового оподаткування тощо), так і інформаційно-психологічного впливу через систему освітніх, виховних заходів. При цьому, як зазначає О. В. Прокопенко, надзвичайно важливим є державне стимулювання виробників ресурсоефективної продукції та послуг, оскільки саме внаслідок цього у споживачів з’являється реальна можливість здійснити вибір на користь ресурсозбереження.

Слід констатувати, що сьогодні в Україні досить слабко розвинені і неефективно використовуються стимули до провадження ресурсозберігаючої діяльності. Внаслідок цього ускладнюється процес формування інтересів - зацікавленості всіх членів суспіль- ства в ресурсозбереженні. Із існуючих методів стимулювання переважно застосовуються адміністративні, частково моральні та емоційні, примусові економічні (насамперед фіскального спрямування). Майже не використовуються заохочувальні економічні, що не сприяє активному впровадженню ресурсозберігаючих заходів, особливо в таких «болючих» галузях, як житлово-комунальне госпо- дарство, бюджетна сфера, енергетичний комплекс, важка промисловість. Результати незбалансованого стимулювання знаходять своє відображення в суперечливості та нестабільності правової бази, зривах виконання державних програм економічного розвитку і ресурсозбереження, калейдоскопі змін державних структур, відповідальних за

провадження ресурсозберігаючої діяльності, негативній динаміці інноваційної, інвестиційної діяльності ресурсозберігаючого спрямування та інших аспектах.

Ще одним компонентом мотивації є ситуативні фактори, що містять різного роду події й ситуації економічного, соціального, екологічного, політичного характеру, які можуть змінювати (посилювати або зменшувати) її рівень. До таких факторів належить рішення країн ОПЕК про скорочення обсягів видобутку і продажу нафти та відповідна активізація ресурсозберігаючих процесів у розвинених країнах як відклик на цю подію. Наступним прикладом може слугувати аварія в системі централізованого теплопостачання м. Алчевська в опалювальний сезон, коли виникнення надзвичайної ситуації обумовило відновлення системи з урахуванням вимог ресурсозбереження та посилення тенденцій до встановлення індивідуального опалення. Ситуаційним фактором мотивації ресурсозберігаючої діяльності можуть також бути аварії на атомних електростанціях, інших енергетичних об'єктах, що супроводжуються значними обсягами забруднення довкілля: Одним із перспективних шляхів запобігання їх виникненню є скорочення потреби в енергетичних потужностях унаслідок раціоналізації енергоспоживання. Для України сприятливими ситуативними факторами є постійне зростання цін на виробничі ресурси, як-от підвищення цін на природний газ, що постачається з Росії. Водночас нестабільність політичної, економічної ситуації в країні, часті зміни в законодавстві здійснюють негативний вплив, перешкоджаючи формуванню стійкої зацікавленості в реалізації ресурсозберігаючих заходів.

Узагальнення аналізу мотивації ресурсозбереження демонструє, що компоненти мотивації характеризуються значною варіативністю, потребують різних за тривалістю періодів для їх формування та застосування. Наприклад, створення психологічних стимулів до ресурсозбереження шляхом освітніх і виховних заходів вимагає тривалої багаторічної перебудови системи освіти, водночас використання реклами як економічного стимулу ресурсозберігаючої діяльності може потребувати лише кількох днів для отримання необхідного результату. Проте саме комплексне поєднання всіх компонентів мотивації зі зміною їх ролі залежно від тенденцій розвитку ресурсозберігаючих процесів у суспільстві здатне створити необхідні мотиваційні передумови для реалізації політики ресурсозбереження. Стосовно України актуальним

завданням є активізація методів економічного стимулювання ресурсозбереження насамперед заохочувального спрямування. Однак пошук практичних механізмів реалізації цього завдання повинен узгоджуватися з державними та регіональними пріоритетами досягнення сталого економічного розвитку і переходу країни до інформаційного суспільства.

1.3 Децентралізована генерація

З хімічної точки зору, більшість сухих біовідходів (вміст вологи менше 10%) являє собою здебільшого целюлозу $C_6H_{10}O_5$ з невеликим вмістом білку та лігніну. їх нижча теплота згоряння при вмісту вологи 10% становить 3000+3100 ккал/кг, що в 1,5+1,8 рази перевищує цей показник для рядового бурого вугілля та фрезерного торфу, і практично дорівнює буровугільним брикетам. Але, на відміну від останніх, біовідходи практично не містять золи (менше 1%) та сірки (менше 0,2-0,3%).

У сучасних умовах господарювання для підприємств харчової промисловості України надзвичайно актуальним є завдання побудови оптимальної моделі ефективного використання ресурсів у «ресурсономічному» контексті.

Різноманітність підходів, що застосовуються різними вченими для визначення сутності ресурсозбереження, ресурсономіки та ін., багатогранність цього поняття призвели до появи багатьох трактувань зазначених термінів. Деякі з них подані в таблиці 1.2.

На підставі цих визначень можна зробити висновок, що термін «ресурсозбереження» як економічна категорія здебільшого базується на ефективному використанні ресурсів підприємства, в той час як ресурсономіка включає підсистеми, що вивчають організацію господарської діяльності на основі ефективного використання обмежених ресурсів і розглядає в цьому контексті питання організації та управління виробництвом, розподілом, обміном, збутом і споживанням товарів та послуг. Ресурсономіка як функціональний механізм забезпечує вивчення, організацію

та контроль за процесами використання ресурсів на всіх стадіях розширеного відтворення.

Основний недолік сухих біовідходів - це їх механічний стан: або волокнистий, що потребує різки (солома, стовбур'я), або дрібнодисперсний (лушпиння). До того ж, уявна та насипна густина цього палива вкрай низькі -менше 200 кг/м^3. Після виходу летких речовин частинки коксового залишку стають ще більш легкими, ажурними, що вкрай ускладнює їх термічну переробку в

нерухомому шарі: при будь-якому місцевому збільшенні швидкості газу вони виносяться з шару, а це не тільки призводить до запилення продуктів та збільшення механічного недопалу, а ще й провокує часте шлакування поверхонь нагріву натрій- та калій вміщуючим легкоплавким попелом.

Чи існує можливість підготувати з цих відходів таке паливо, що було б придатне для спалювання та газифікації в нерухомому шарі? Так, і цей шлях - відомі технології брикетування та гранулювання.

Брикетування застосовується в промисловості більше 100 років для одержання кусків заданого розміру з дрібноти палива, руди, інших матеріалів. Буре вугілля, торф, зелену біомасу брикетують без зв'язуючих: під тиском 40-420 МПа підсушений до оптимальної вологи матеріал пластифікується, і поверхня зерен зближуються настільки, що між ними виникають сили молекулярного тяжіння, напряму або через мономолекулярний шар води. Для брикетування матеріалів, що не мають таких пластифікаційних властивостей, або з недостатнім вмістом вологи, використовують зв'язуючі - органічні (нафтобітуми, кам'яновугільні смоли, барду) або неорганічні (глину, розчин вапна тощо). Відомі також технології брикетування сумішей пластичних і непластичних матеріалів, наприклад бурого та кам'яного вугілля, що потребують значно менше або зовсім не потребують зв'язуючого елементу, в якості якого виступає пластичний матеріал.

Оскільки паливні брикети призначені здебільшого для побутових печей, їх розмір обирають порівняним з розміром дров або крупно кускового вугілля. Так, найменший розмір брикетів ДХК „Олександріявугілля" - 40х60х180 мм. За кордоном більше поширені округлі брикети розміром від 50 мм і більше. Торф'яні та буровугільні

брикети формують в штемпельних пресах. При такому способі відтік зайвої вологи з камери пресування відсутній, тому вимоги до вмісту вологи в сировині жорсткі. Процес є періодичним, а розміри брикетів - завеликими для промислових процесів шарового спалювання та газифікації.

Інший шлях одержання кускового матеріалу - продавлювання сировини під великим тиском через перфоровані отвори (гранулювання), що використовують, наприклад, для одержання циліндричних гранул комбікорму діаметром 5-И0 мм, довжиною 40^-100 мм. Ця технологія - безперервної дії, зайва волога має шлях

випаровування та евакуації, фізико-хімічні основи процесу - ті ж самі, що при брикетуванні. На цей час існує широка номенклатура простих і невибагливих в експлуатації грануляторів з плоскими або циліндричними плитами, різної одиничної продуктивності, їх впровадженням займається, зокрема, **Інститут технологічного і енергетичного машинобудування НУХТ.**

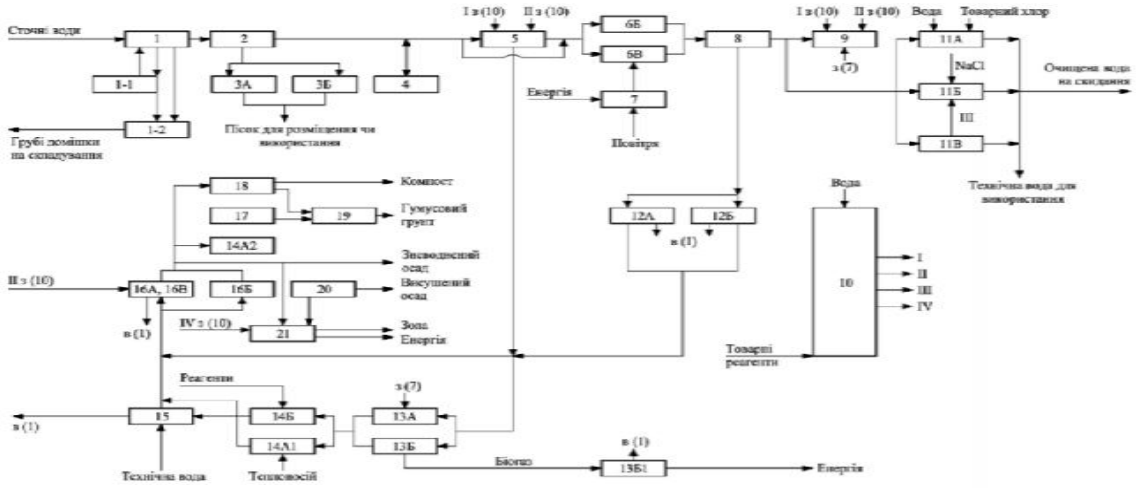

Рис.1.2. Узагальнена технологічна схема очіщення комунальних стічних вод

Основні недоліки традиційних процесів водовідведення, що спричиняють технічні та екологічні проблеми, що наведено в табл. 1

Таблиця 1

Недоліки традиційних процесів водовідведення що спричиняють технічні та екологічні проблемні ситуації

Недоліки існуючих технологічних процесів	**Сутність проблемних ситуацій, спричинених недоліками існуючих технологічних процесів**	
	Технічні проблемні ситуації	**Екологічні проблемні ситуації**
1. Скидання стічних вод у водойми без додаткового очищення від біогенних елементів	Незворотні втрати фосфору	Забруднення гідросфери залишковими концентраціями амонійного азоту, азоту нітритів, азоту нітратів, фосфатами. Результат – евтрофікація водойм
2. Використання для доочищення споруд типу біоплато і біоставки	Необхідність відведення значних площ для розміщення споруд та під санітарно-захисні зони	Недоотримання відновлюваних джерел енергії, що потенційно можуть бути отримані під час доочищення
3. Використання для доочищення стічних вод реагентних, сорбційних, біосорбційних методів	Необхідність складного обладнання, засобів автоматизації, висококваліфікованого персоналу, висока вартість реагентів	Недоотримання відновлюваних джерел енергії, що потенційно можуть бути отримані під час доочищення. Проблеми з утилізацією відходів
4. Утилізація осадів стічних вод без попередньої стабілізації	Проблемна імплементація багатьох способів утилізації через високу вологість, схильність до загнивання, вміст патогенних мікроорганізмів	Значні викиди у довкілля через енергозатратність зневоднення, надходження в атмосферу метану під час загнивання, надходження у літосферу патогенів за умови використання як добрива
5. Стабілізація осадів стічних вод у метантенках традиційної конструкції	Складнощі із забезпеченням неперервності процесу, значна тривалість бродіння (значні об'єми споруд), необхідність очищення біогазу та підвищення його калорійності	Недоотримання відновлюваного енергоносія – метану через неповноту розкладання органіки, додаткові викиди CO_2 під час спалювання біогазу (через значний його вміст в останньому), надходження у довкілля патогенів через «проскоки» тощо
6. Застосування лоткових вимірю-вальних пристроїв кількості та витрати стічних вод	Низька точність вимірювання, технічні складнощі калібрування пристроїв	Зниження ступеня очищення стічних вод через низьку ефективність управління параметрами процесу очищення
7. Відсутність вимірювання кількостей та витрат	Складність керування потоками стічних вод всередині очисних споруд	Зниження ступеня очищення стічних вод через низьку ефективність управління їх потоками на очисних спорудах
8. Застосування відцентрових насосів для перекачування	Низький ККД фекальних відцентрових насосів, робота з надлишковими напорами	Зниження ступеня очищення за БСК через погіршення якості активного мулу, викликаного значними динамічними навантаженнями

РОЗДІЛ 2. ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ЯК ЕЛЕМЕНТИ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1.Класифікація джерел енергії

З огляду на прийнятний розмір, можливість організації безперервного процесу в апаратах невеликої одиничної продуктивності, змішування сухих біовідходів із зв'язуючим елементом в самому апараті, видасться доцільним застосувати до сухих біовідходів саме технологію гранулювання. При цьому такі з них, як солома та стовбур'я, потребують попереднього подрібнення, інші -лушпиння не потребують. В якості зв'язуючого можна використовувати відходи переробної промисловості, наприклад барду, олійні фуси, або пластифікуючі домішки — торф, буре вугілля, найбільш цікаве рішення — зелену біомасу. Це не виключає виробництво з біовідходів також і пресованих брикетів для пічного опалення сільських будинків.

Паливом називають горючу речовину, яку економічно доцільно спалювати для отримання великої кількості теплоти. Упродовж XX ст. основним джерелом теплоти залишалися горючі речовини органічного походження - органічне викопне паливо, хоча суттєвим було й зростання обсягів використання ядерного палива (табл. 2.1).

Величезний енергетичний ресурс, який становлять усі види органічного палива, поділяють на три основні категорії:

1. Потенційні запаси викопного палива, які на сучасному етапі розвитку науки і техніки неможливо або економічно недоцільно добувати.
2. Доступні, які можливо, але економічно не завжди доцільно добувати.
3. Економічні, видобуток яких економічно виправданий і доцільний на сучасному рівні розвитку науки і техніки.

4.

Таблиця 2.1

Світові ресурси органічного палива

Викопне	Кількіст	Кількіст
Вугілля	42	21
Нафта і газ	2,6	2,6
Запечатана нафта	2,5	-
Важка нафта	5,0	0,5-2,5
Нетрадиційний	10	0,07
Горючі сланці	10200	1,0

Найбільший інтерес викликають нафта і газ, запаси яких є обмеженими. Водночас саме їх видобуток і переробка найбільш економічно вигідні й доцільні з погляду використання робочої сили та охорони довкілля.

Залежно від характеру використання паливо буває енергетичним, технологічним і побутовим; за агрегатним станом - твердим, рідким і газоподібним; за способом отримання - природним і штучним.

Основними видами органічного палива, яке використовують в енергетиці, є тверде (вугілля і торф), рідке (мазут) та газоподібне (природний газ). Торф і вугілля - продукти розкладу органічної маси рослин, які відрізняються один від одного хімічним віком (торф - наймолодший). Найдавніші родовища вугілля відомі в канадській Арктиці (~350 млн років). Найважливіший період вуглеутворення в історії Землі припадає на останні 250-350 млн років. Вугленосні поклади в цей проміжок часу виявлено на всіх континентах, але найпотужніші - у Північній Америці, Європі й Азії, які протягом періоду вуглеутворення розташовувалися в екваторіальних і помірних широтах. Теплий клімат і достатня кількість опадів сприяли розвитку величезних масивів боліт і формуванню вугілля в цю знаменну вугільну епоху.

Геологи вважають, що більшу частину головних вугільних басейнів уже відкрито. Світові запаси всіх видів вугілля оцінено в 8620 млрд тонн, а додаткові потенційні ресурси - в 6650 млрд тонн. До видобувних запасів вугілля відносять запаси, що містяться в шарах потужністю не менше 0,3 м завтовшки і знаходяться на глибині не більше 2 000 м. Запаси вугілля, що не відповідають цим вимогам, належать до потенційних ресурсів. Приблизно 43 % вугілля світу залягають у країнах СНД

(колишнього СРСР), 29 % - у Північній Америці, 14,5 % - у країнах Азії, переважно в Китаї, 5,5 % - у Європі. На решту світу припадає 8 % вугілля.

Хоча вугілля в усьому світі не є основним видом палива, труднощі з забезпеченням нафтою і газом ведуть до того, що в найближчі десятиліття вугілля стане панівним паливом на планеті.

Викопне вугілля поділяють на три види: буре, кам'яне і антрацит. Буре вугілля за своїм хімічним віком є старшим від торфу, за ним іде кам'яне вугілля, а потім - антрацит. Велике значення в забезпеченні ПЕК паливом має нафта та природний газ. Дані щодо їх регіонального розподілу наведено на рис. 2.2. Енергетичний еквівалент оцінених потенційних ресурсів (за даними Всесвітньої енергетичної конференції) нафти становить 1,5 х 1022 Дж, газу - 1,1 х 1022 Дж. Як бачимо, ресурси нафти й газу, так само як і вугілля, розміщені на земній кулі досить нерівномірно. За умов збереження наявної швидкості зростання споживання всі ресурси нафти й газу можуть вичерпатися вже через кілька десятиліть.

Людство цікавлять дві проблеми, безпосередньо пов'язані з теплоенергетикою: на який термін вистачить ПЕР і де знаходиться межа забруднення атмосфери? Нині світове використання енергоресурсів протягом року дорівнює 17-25 млрд тонн у. п., енергоємність яких еквівалентна 450-500 ЕДж. Якщо виходити з цієї цифри та світових запасів енергоресурсів (табл. 2.2.), то одного органічного палива людству вистачить на тисячу років.

Таким чином, виникає можливість місцевого виробництва паливних гранул (брикетів) з сухих біовідходів, які за нижчою теплотою згоряння не поступаються буровугільним брикетам, а за розміром більш придатні для використання в котлах та газогенераторах з нерухомим шаром палива. Можна уявити собі їх використання також в якості побутового пічного палива та палива для сучасних промислових котлів з киплячим шаром.

Таке рішення дозволить, без необхідності зростання видобутку вугілля, замістити значні обсяги природного газу, а частково і моторного палива, в селищах, в окремих сільських будинках, в сільськогосподарській та переробній промисловості.

Для виконання цієї задачі можна запропонувати такі послідовно-паралельні групи дій.

.

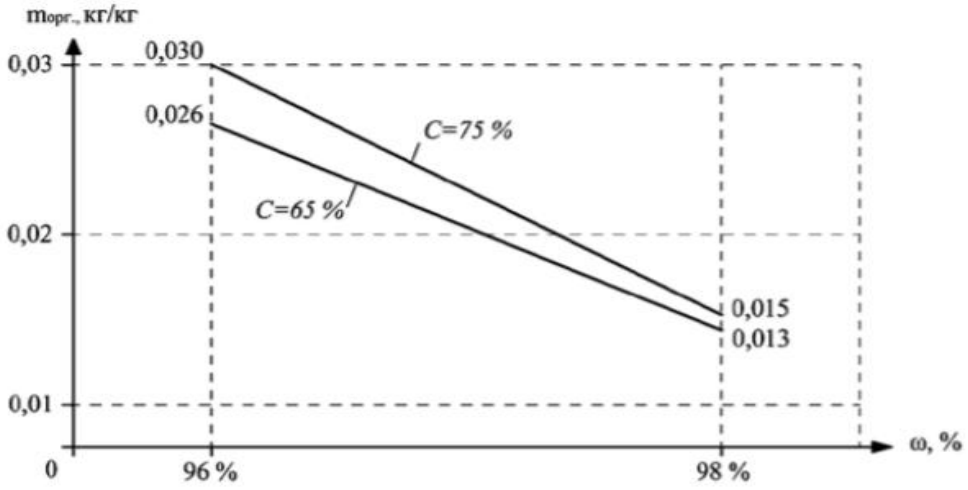

Рис. 2 – Залежність величини частки сухої органічної маси m у сирих осадах від їх вологості ω

Дослідно-конструкторська: • проведення дослідного гранулювання та брикетування сухої біомаси,

визначення оптимальних умов попереднього подрібнення, розміру гранул (брикетів), складу та необхідної частки різних зв'язуючих, режимів гранулювання, основних складових собівартості паливних гранул (брикетів);

• проведення дослідного перевантаження та транспортування, спалювання та газифікації паливних гранул для визначення їх механічної міцності та поведінки при термічній переробці;

• розробка технічних умов на наливні гранули для шарового спалювання та газифікації;

• розробка та виготовлення зразків промислових грануляторів.

Організаційно-ринкова:

• визначення існуючих печей та котелень, оснащених топками з нерухомим шаром, погодження з їх вимогами технічних умов на паливні гранули, визначення обсягу попиту, організація постачання гранул для довготривалих промислових випробувань;

• визначення печей та котелень, придатних для переведення зі спалювання природного газу на спалювання твердого палива в нерухомому шарі, визначення умов окупності переведення з урахуванням собівартості гранул, визначення потенційного обсягу попиту;

• визначення енергоустановок та транспортних засобів, придатних для повного або часткового переведення на спалювання генераторного газу, погодження вимог до генераторного газу, необхідного діапазону одиничної продуктивності газогенераторів;

• визначення умов окупності переведення з урахуванням вартості гранул та потенційної вартості газогенераторів, визначення потенційного обсягу попиту.

Технологічно-конструкторська:

• розробка та створення дослідних газогенераторів нерухомого шару з висхідним, низхідним рухом газу та комбінованого типу, проведення дослідної газифікації гранул, визначення основних техніко-економічних показників процесу та характеристик генераторного газу;

• розробка та виготовлення зразків промислових газогенераторів з урахуванням потенційного попиту.

.

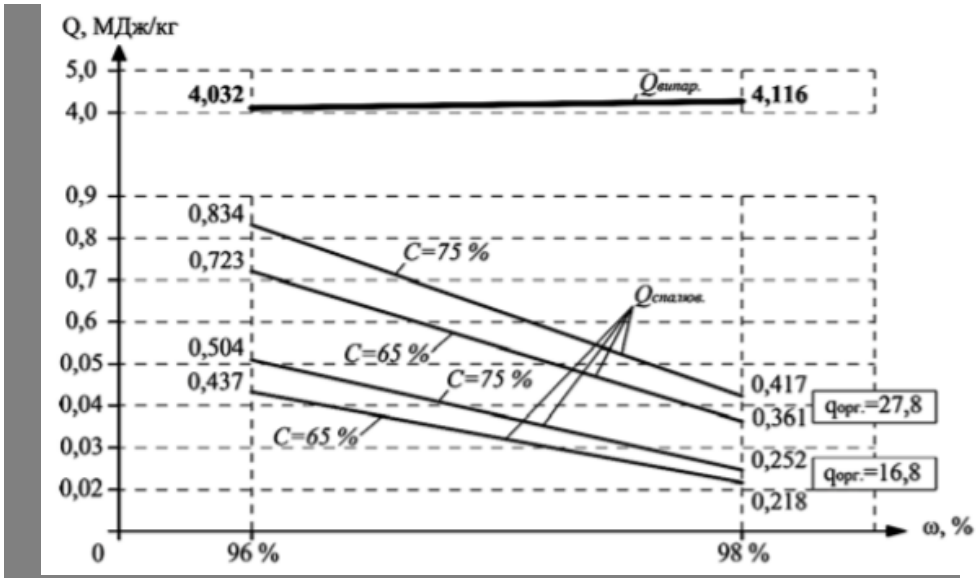

Рис. 2.1. – Залежність кількості теплоти, виділеної під час спалювання 1 кг

Виконані пілотні проекти з оцінки потенціалу та моделювання азоутворення на вітчизняних полігонах твердих побутових відходів (ТВП). Кількісну оцінку потенціалу біогазу на полігонах ТПВ проведено на основі аних, отриманих при проведенні коротко- та довготривалих насосних тестів а типових полігонах в різних регіонах України.

За підтримки Міністерства аграрної політики України, інших відомств а організацій здійснюється будівництво та реконструкція цілого ряду об'єктів виробництва біодизелю, біоетанолу, біогазу. Запропоновані технологічні ішення дозволяють скоротити енергетичні витрати на виробництво біопалив, к це досягнуто в кращих світових аналогів. Окремі концептуальні рішення, редставлені в монографії, дають можливість підприємствам з виробництва іопалив повністю перейти на енергетичне самозабезпечення за рахунок икористання відходів біомаси як палива.

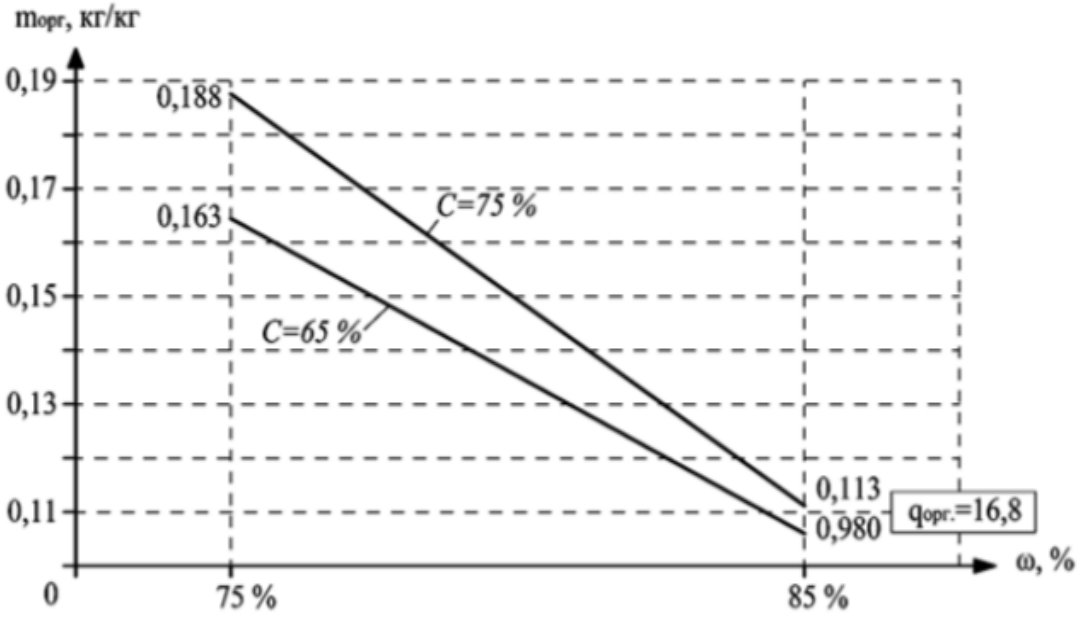

Рис. 2.2. Залежність величини частки сухої органічної маси в механічно зневоднених осадах m від їх вологості ω

На рис. 5 –проведена серія експериментальних досліджень для визначення ефективності сумісного анаеробного зброджування гноївки з силосом кукурудзи, сінажем, відходами овочів та фруктів при температурних режимах 22±1°С, 35±1°С та 53±1°С.

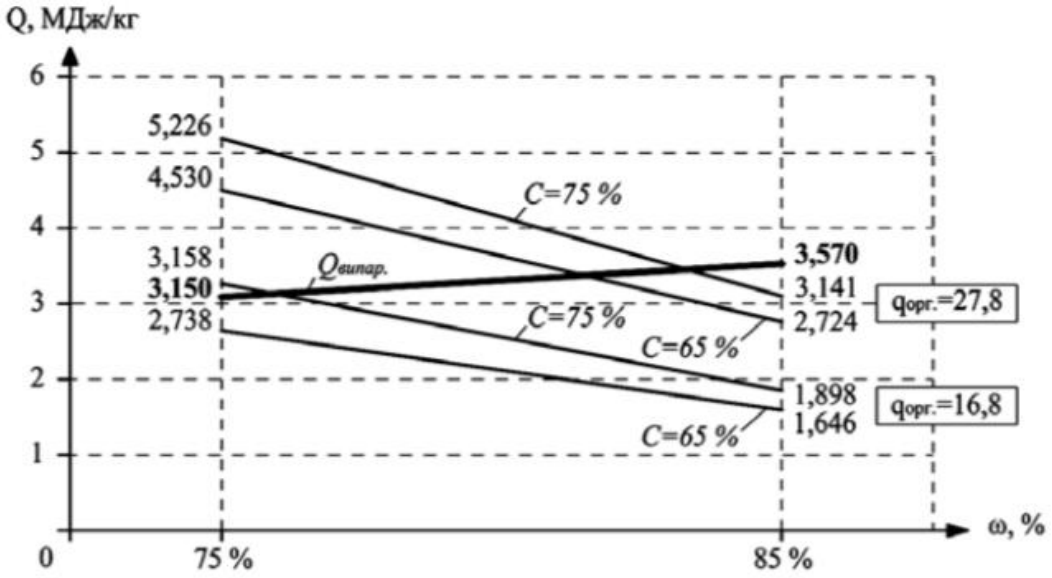

Рис. 2.3. Залежність кількості теплоти, що виділяється під час спалювання 1 кг

.

Проведена серія експериментальних досліджень для визначення ефективності сумісного анаеробного зброджування гноївки з силосом кукурудзи, сінажем, відходами овочів та фруктів при температурних режимах 22±1°C, 35±1°C та 53±1°C.

Паливо, яке подають до енерготехнологічних установок для його подальшого спалювання, називається робочим. До його складу входять вуглець C, водень H, сірка S, кисень O, азот N, а також волога W і мінеральні домішки A. Названі елементи утворюють складні хімічні сполуки.

Наявність кисню й азоту становить внутрішній баласт палива і знижує його енергетичну цінність. Уміст кисню в паливі коливається від 2 % (антрацит) до 40 % (деревина), в мазуті - менше 1 %. Вміст азоту в твердому й рідкому паливі є не більшим 1 %. Волога і мінеральні домішки (зола) являють собою зовнішній баласт палива. Вміст золи в твердому паливі - 1-60 % (5-60 %) на робочу масу, в мазуті - 0,1-0,3 %, вологи - 1-2 %.

Власне горючими складниками в органічному паливі є вуглець, водень і сірка. Головна складова - вуглець: чим вище його вміст, тим більше теплоти виділяється під час згорання палива. Зі збільшенням віку палива вміст вуглецю зростає, водню - зменшується.

Під час спалювання горючих речовин відбувається окислення вуглецю киснем повітря. Якщо вуглець згорає повністю, то утворюється відносно нешкідливий діоксид вуглецю CO_2 і виділяється 32,8 МДж теплоти на 1 кг вуглецю. Якщо ж процес горіння організовано неправильно (наприклад, бракує повітря), продуктом згорання є надто токсичний оксид вуглецю CO, виділяється всього 9,2 МДж теплоти. Уміст вуглецю в твердому паливі - 25-93 % на робочу масу, в мазуті - 83-88 %.

Важливою горючою складовою палива є водень, вміст якого у твердому паливі коливається від 2 до 5 %, у рідкому - від 10 до 15 %. Кількість теплоти, що виділяється під час згорання (окислення) водню становить 120,8 МДж на 1 кг водню.

Третій горючий елемент - сірка: органічна (у сполуках з воднем, вуглецем, азотом і киснем) - Sop, колчеданна (у сполуках із залізом) - Sкол, сульфатна (у вигляді солей сірчаної кислоти $CaSO_4$, $MgSO_4$, FeSO4 та ін.) - Sc.

Властивості твердого палива як горючого матеріалу визначаються його складовими в сухому беззольному стані (його позначають індексом daf: dry ask frek - умовний стан палива, що не містить загальної вологи і золи). Сюди входять елементи органічної маси палива і колчеданна сірка, що згорає разом з органічною масою. Отже, склад палива характеризується масовим вмістом елементів, які його утворюють, а саме $C_{daf} + H_{daf} + O_{daf} + N_{daf} + S_{daf}$. Тут S_{daf} - сумарний вміст горючої сірки. Сірка органічна і колчеданна становлять горючу або летку сірку $Si^{daf} = So^{daf} + S_{k0JI}{}^{daf}$. Сірка сульфатна не є горючою і входить до складу золи. Вміст горючої сірки у твердому паливі становить від 0 до 9 %, у мазуті - від 0,5 до 4 %. У процесі повного згорання 1 кг сірки виділяється 9,2 МДж теплоти. При цьому утворюється токсичний сірчистий ангідрид SO_2 і (у невеликих кількостях) ще токсичніший сірчаний ангідрид SO_3. Їхні викиди з продуктами згорання забруднюють повітряний басейн, а в сполученні з водою (водяною парою) є причиною кислотних дощів через утворення відповідних кислот (H_2SO_3 та H2SO4).

Уміст азоту в сухому беззольному стані твердих палив зазвичай становить 1-2 % від загальної маси. Попри малу кількість, азот є досить шкідливим компонентом, оскільки, згораючи у високотемпературних топках, азотовмісні сполуки утворюють дуже токсичні паливні оксиди азоту NO та NO2 (при температурі понад 1200 °С вони утворюються також із атмосферного азоту).

Зовнішнім баластом палива є вологість і зола. Вологість твердого палива в робочому стані може перевищувати 50 %. Від неї залежить економічна доцільність використання цього паливного матеріалу і можливість його спалювання (наприклад, для перетворення одного кілограма води, узятої при температурі 0°С, на водяну пару кімнатної температури треба 2,5 МДж теплоти).

Мінеральні домішки, наявні в паливі, згораючи, перетворюються на золу та шлак. Відповідно до стандартних норм золу слід уловлювати, транспортувати у відвали або (що доцільніше) утилізувати й використовувати в народному господарстві.

Важливими характеристиками органічного палива є вихід летких речовин (для твердого палива) і теплота згорання.

Ефективність переробки біомаси в енергетичну продукцію досягається лише за раціональних параметрів технологічних процесів і машин для АПК, що здійснюють конверсію біосировини. Кожен вид біомаси здатний редукувати широкий спектр різноманітних продуктів. Наприклад, під час виробництва дизельного біопалива від переробки відходів насіння олійних культур (соломи, макухи та лузги) можна отримати чимало речовин, які мають комерційну цінність. Навіть звичайне спалювання соломи у твердопаливних котлах дозволяє отримати теплоту, а зола повертається у грунт як добриво.

Виробництво і застосування біогазу та супутніх з ним органічних добрив високої якості, що виробляються з ресурсів вторинної енергетичної сільськогосподарської біосировини, створюють також умови для утилізації на сучасному рівні всіх біологічних відходів агропромислового виробництва.

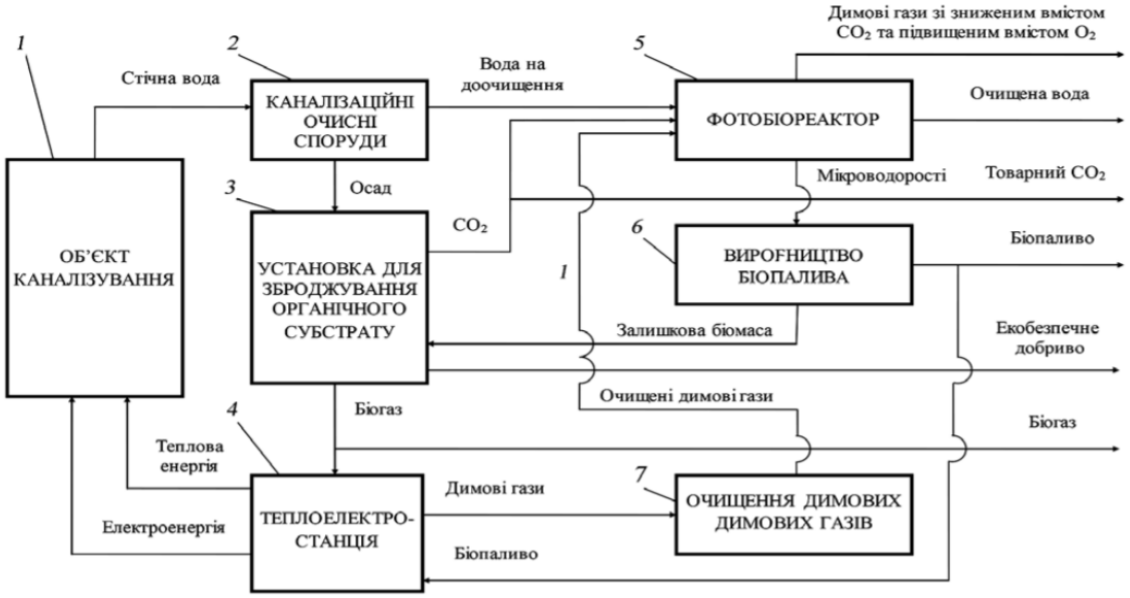

Рис. 2.4. Технологічна схема нового енергоефективного та екологічно безпечного процесу водовідведення

Визначальна особливість біомаси, за розвитку нової енергетичної галузі в АПК, полягає в тому, що її недоцільно транспортувати на відстань понад 50 км. Тому біомасу слід переробляти недалеко від полів, на яких її вирощували. Енергетичний гектар без власної переробної галузі виявляється лише примарою.

Говорячи про біомасу як енергетичну сировину, слід враховувати можливості різних технологій її переробки. Виробництво ріпакових метилових естерів (РМЕ) потребує найменших первинних інвестицій, що є привабливим фактором в період кризи. Науковці й практики Європи активно працюють над створенням новітніх технологій та обладнання для виробництва й використання в сільській місцевості усіх видів біопалива: твердого (брикетів, гранул), газового (біогазу), рідких (біодизеля).

РОЗДІЛ 3. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВІДНОВЛЮВАНИХ ТА НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У СИСТЕМАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

3.1 Потенціал вітрової енергії в україні.

У давні часи силу вітру люди успішно використовували для своїх потреб. Під вітрилами ходили древні мореплавці, а вітряні млини використовують у різних країнах багато століть. У нашій країні столітні вітряки рідко, але зустрічаються в центральних областях. З часом використання бензинових і електродвигунів витіснило традиційне застосування вітрової енергії.

Сто років тому в Данії була введена в дію перша вітрова електростанція. У період з 1880 по 1930 роки в США використовувались більше 6 млн. вітрових енергоустановок. У 60-х роках на Україні експлуатувалось біля 12 тис. вітроагрегатів різного призначення.

Значний поштовх розвитку вітрової енергетики в сучасних умовах дали енергетичні кризи і екологічні проблеми з діючими електростанціями, а також постійно зростаючі ціни на традиційні енергоносії.

Успішно розвивається вітроенергетична промисловість у багатьох країнах світу, наприклад, у Данії, де випускаються склопластикові лопасті вітроколіс для установок потужністю від 7 до 250 кВт. Ціна електроенергії, виробленої на вітроенергетичних установках, близька до вартості енергії, виробленої на теплових електростанціях, які працюють на вугіллі. Ціна невеликої вітроустановки, потужністю 150 кВт, становить 120-170 тис. доларів,

вона окуповується за 3-4 роки роботи. Строк служби - 20-25 років.

У Голландії передбачено до 2020 року виробляти до 10 % всієї електроенергії за допомогою^відновних джерел енергії, для чого планується прискорити будівництво парку вітрових турбін.

Ще в 1995 році, приблизно 1000 вітротурбін, встановлених у Голландії, мали загальну потужність 250 МВт. Щоб досягти рівня, встановленого на 2020 рік, потужність вітрових станцій повинн підвищитись ще на 3000 МВт.

На території країни складно відшукати відповідні площі для встановлення таких турбін через брак місця і значний шум. Тому розроблено схеми розміщення їх загальною потужністю 2800 МВт у морі на віддалі до 20 км від берега.

Встановлення вітрових парків далеко від берега дає можливість Використовувати вітри значної сили. Ці дослідження були проведені на замовлення Європейської Унії. Голландський інститут енергії вітру при політехніці в Дельфті порівняв кошториси будівництва вітрових турбін у різних зонах Північного і Балтійського морів на віддалі від 0,1 км (Німеччина) до 50 км (Голландія).

Вартість електроенергії, виробленої недалеко від берега, нижча ніж виробленої турбінами, встановленими далеко від берега, хоча середня сила вітру біля берега на 20 % менша, ніж на відстані 50 км від нього. Передбачається, що в найближчий час буде встановлено багато парків вітрових турбін, які складаються з наявних турбін потужністю від 0,5 до 1,5 МВт. Першим парком вітряків був датський, який розташований на шельфі вздовж узбережжя Лапланду. З 1991 року тут працює 11 вітряків потужністю 450кВт.

У Голландії 4 вітряки встановлені на острові Ійсельмер, недалеко від містечка Медеблік. На черзі зведення парків на морському дні у Північній та Південній Голландії, Великобританії, Зеландії.

У нашій країні підприємства випускають вітроенергетичне обладнання на рівні світових зразків. Вітроенергетична установка потужністю 39 кВт з робочою баштою і повним комплектом обладнання коштує біля ЗО тис. доларів.

Мікровітрові агрегати можна виготовляти для індивідуального використання також у домашніх умовах із наявних матеріалів і обладнання, пам'ятаючи, що вітровий потік при швидкості 3-12 м/с маопотужність 25-450 Вт/м2. Середньорічна швидкість вітру становить 3-6 м/с, чого цілком достатньо для приводу в дію вітрових агрегатів.

Потужність вітрового потоку визначається за формулою:

$$P = A/t = \rho \cdot F \cdot V\frac{3}{2} \cdot q$$

де $\rho = \frac{\gamma}{q}$ - густина повітря, F - площа," через яку проходить повітряний потік, V - швидкість вітру, А - кінетична енергія вітру, що визначається з формули $A = m\ t \cdot v^2 \cdot t/2$, де m - маса повітря, що проходить за секунду, v - швидкість вітру, t - час.

При невеликих швидкостях вітру потужність вітродвигуна підвищують за рахунок збільшення площі вітрового потоку F. Для пропелерних вітродвигунів $F = \pi \cdot r^2$, де r - - радіус вітроколеса. Для роторних вітродвигунів площа $F = l \cdot d$, де 1 - висота ротора, d – діаметр ротора.

У невеликому індивідуальному, фермерському господарстві, сільськогосподарському виробництві для задоволення всіх енергетичних потреб рентабельним є застосування автономних малопотужних, до 15 кВт, вітроенергетичних агрегатів. Невелике господарство споживає за рік 3000 кВт · год електроенергії. Якщо воно опалюється електроенергією, то витрата її зростає до 20 тис. кВт·год. Вітроагрегат потужністю 10 кВт при роботі протягом року сумарно 2000 годин виробляє 20 тис. кВт · год. електроенергії при середній швидкості вітру 4-6 м/с. Така установка повністю окуповується за 3-4 роки, з огляду на постійне зростання цін на енергоносії, що експортуються.

Промисловість серійно випускає вітроагрегати АВЕУ-6, АВЕС-1, ВЕС-1-5, ВЕ-2М та інші, технічні характеристики яких наведені в таблиці 3. Один з кращих зразків, вітроагрегат АВЕУ-6, виробляє електроенергію і складається з вітроколеса, опори і головки. Вітроколесо має відцентровий регулятор швидкості обертання. Головка має зубчасту циліндричну передачу, синхронний безконтактний генератор із повітряним охолодженням і механізм орієнтації вітроколеса, що складається з малого відрозного колеса та черв'ячного редуктора.

Вітроагрегат не вимагає постійного нагляду за роботою. Потужність і частота струму установки залежить від швидкості вітру. Частота струму стабілізується при швидкості вітру більше 5 м/с, а максимальна потужність знімається при 10 м/с. Від швидкості вітру залежить виробництво електроенергії за рік. Так, при середньорічній

швидкості вітру 4 м/с річне виробництво електроенергії становить 6,6 тис. кВт·год; при 6 м/с - 14 тис. кВт·год; при 8 м/с - 19,4 тис. кВт·год.

Так, водопідйомна установка УВМв-4М (рис. 21) при швидкості вітру 4 м/с, подає 1,5 - 2,3 $м^3$ води за годину. Висота підйому води 30 метрів, діаметр вітроколеса 6 м, загальна маса установки - 725 кілограмів.

Таблиця 1

Показники	АВЕУ-6-2	АВЕУ-6-4	ВЕС-1-5	ВЕ-2М
Діаметр вітроколеса, м	6	6	5	2
Кількість лопастей, шт.	2	2	2	2
Номінальна частота обертання, об/хв.	210	210	245	600
Швидкість вітру, при якій починається	4	4	4	3,5
виробництво електроенергії, м/с	4-40	4-40	4-50	3,5-50
Діапазон швидкості вітру, м/с	СГВ-2/1500	СГВ4/1500	синхрон	ГВА-0,14
Тип генератора	400/230	400/230	трифазний	12, 24 або 36
Номінальна напруга, В	1500	1500	127	-
Номінальна частота обертання ротора, об/хв.	2	4	3000	0,1
Номінальна потужність, кВт			1	

"Малютка" - швидкохідний електричний агрегат з магнітоелектричним генератором, призначений для використання з водопідйомними установками, для виробництва електроенергії в системі з електрохімічними акумуляторами, для опріснення води.

Вітроустановка ВУ-1,5 призначена для підйому води з різних водних джерел: свердловини, криниці, відкритого водоймища і т.п. Вона може застосовуватись в індивідуальних господарствах, садово-городніх кооперативах, на літніх пасовищах, розташованих у районах із середньорічними швидкостями вітру від 3,5 до 8 м/с. Продуктивність, при загальній висоті підйому води 10 м і швидкості вітру 5 м/с, не менше 300 літрів за годину. Найбільша глибина всмоктування води 8 метрів, найбільша висота нагнітання 15 метрів, мінімальна робоча швидкість вітру не більше 2,5 м/с, максимальна робоча швидкість вітру не менше 30 м/с, діаметр вітроколеса 1500 мм, число лопастей 12, габарити 170х170х305 см, маса 26 кг.

Окрім енергетичних проблем, використання біомаси та біопалив може сприяти також вирішенню низки важливих екологічних проблем. По-перше, це поліпшення стану повітря, забрудненого шкідливими речовинами вихлопних та димових газів. По-друге, це зменшення обсягів викиду в атмосферу парникових газів - диоксиду вуглецю, метану та інших.

Біомаса є відновлюваною, екологічно чистою сировиною для виробництва біопалива різного напряму використання. Оскільки біомаса є вуглецево-нейтральним паливом, то її використання не призводить до підсилення глобального парникового ефекту. Впровадження біоенергетичних проектів в рамках механізмів Кіотського протоколу є ефективним шляхом зниження викидів парникових газів. З огляду на неприваблиу енергетичну та екологічну ситуацію, Україна має негайно розпочати широке впровадження біоенергетичних технологій із застосуванням всіх видів біопалива - твердого, рідкого, газового. Але це має робитися з урахуванням перспективи сталого розвитку та збереження різноманіття біосфери.

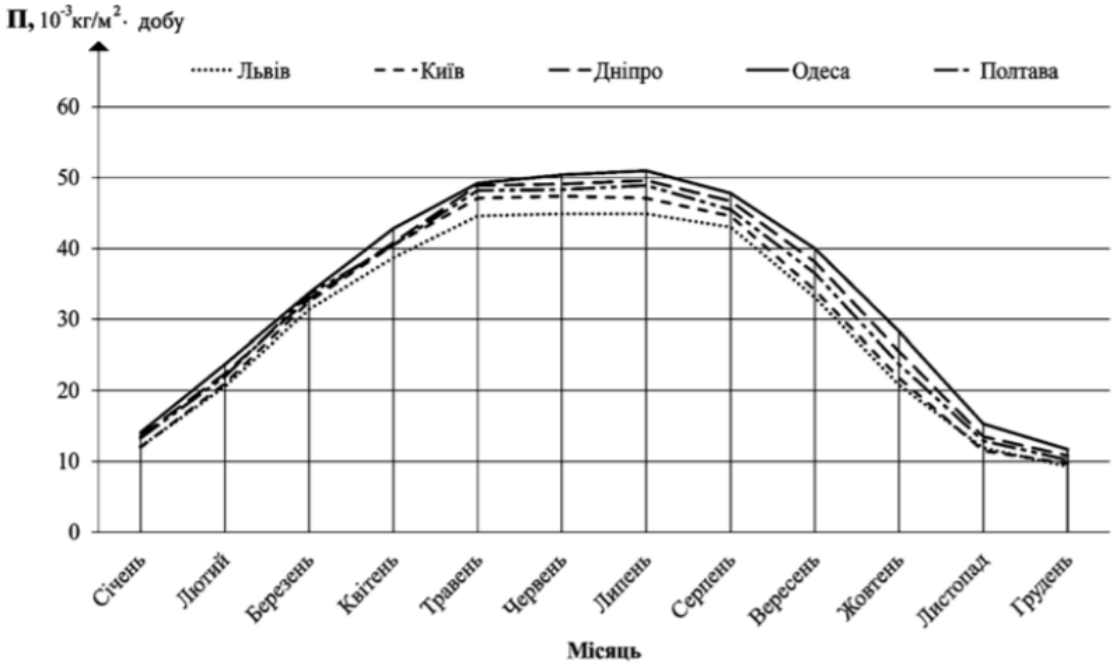

Рис. 3. Масова продуктивність культивування мікроводоростей в регіонах України

Річну питому очікувану масову продуктивність показано на рис. 3.1

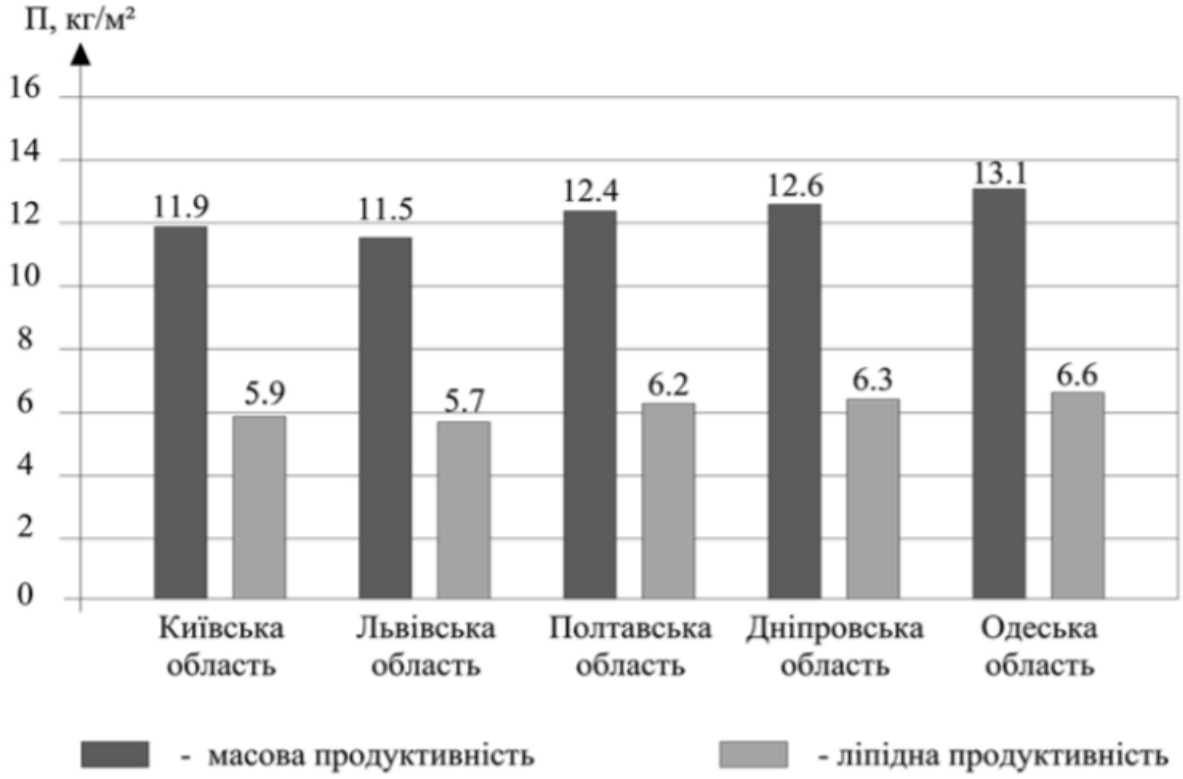

Рис. 3.1 Питома річна масова і ліпідна продуктивність культивування мікроводоростей на одиницю площі фотобіореактора у регіонах України, кг/м2

Виконано енергетичні та емісійні розрахунки, на основі яких складено енергетичний баланс і баланс CO2 під час виробництва та спалювання біопалива. Показано, що культивування мікроводоростей тільки для виробництва біопалива в погодних умовах України є енергетично та емісійно неефективним. Оцінювання енергетичної ефективності проведено відповідно до схеми виробництва, зображеної на рис. 3.2 [2].

Рис. 3.2 Схема виробництва біопалива з мікроводоростей

На замовлення Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів Інститутом технічної теплофізики НАН України в 2008 р. було досліджено й проаналізовано потенціал нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та створено на їх основі Атлас енергетичного потенціалу НВДЕ в Україні (розділ «Енергія з біомаси»). В Атласі оцінено потенціал сільськогосподарських відходів, відходів деревини, енергетичних культур, біодизеля, біоетанолу, біогазу з відходів тваринництва, з полігонів твердих побутових відходів, з осадів станцій аерації та потенціал торфу. Значним досягненням цієї роботи є те, що розрахунок теоретично можливого, технічно досяжного та економічно доцільного енергетичного потенціалу біомаси зроблено для всіх регіонів України. Як показали результати розрахунку за даними 2007 року, економічно доцільний потенціал біомаси в Україні, доступної для виробництва енергії становить близько 27 млн тонн умовного палива рік.

Агропромислове виробництво України має значний потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. Згідно з експертними оцінками щорічний теоретичний потенціал біомаси становить близько 45 млн тонн у. п., технічно досяжний - 32 млн тонн у. п., а економічно доцільний - 24 млн тонн у.п. (табл. 1.1).

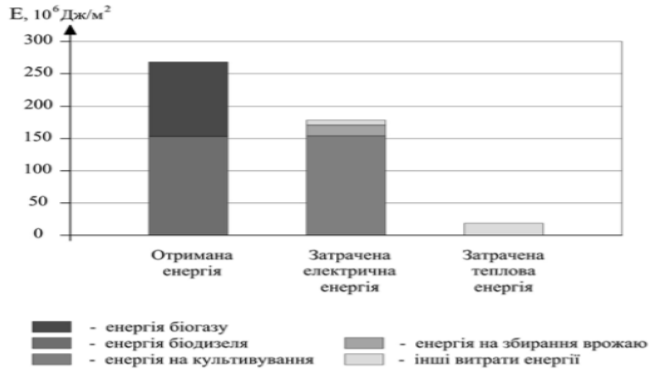

Рис. 3.3. Енергетичний баланс під час культивування мікроводоростей у закритих фотобіореакторах в умовах України

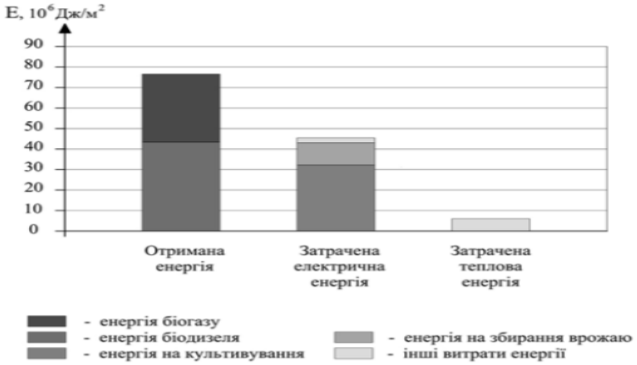

Рис. 3.4. Енергетичний баланс під час культивування мікроводоростей у відкритих фотобіореакторах в умовах України

Рис. 3.5. Енергетичний баланс закритих фотобіореакторів в умовах України (з урахуванням ККД виробництва електроенергії)

Рис. 3.6. Енергетичний баланс відкритих фотобіореакторів в умовах України (з урахуванням ККД виробництва електроенергії)

.

Основними складовими потенціалу енергетичної біомаси є енергетичні культури та сільськогосподарські відходи. Серед останніх найбільший економічний потенціал мають відходи виробництва соняшнику (стебла, кошики, лушпиння), дещо менший -

відходи виробництва кукурудзи на зерно (стебла, листя, стрижні качанів). Солома зернових культур та солома ріпаку посідають третє та четверте місця, відповідно.

Енергетичні культури мають такий самий економічний потенціал рівноцінний що й сільськогосподарські відходи. Він включає не лишебіомасу культур як таких, але у випадку ріпаку й кукурудзи перерахований також на обсяг біодизеля (плюс соломи) та біогазу. Безумовно, слід враховувати особливості характеристики тієї чи іншої сільськогосподарської культури під час її енергетичного використання (табл. 1.2).

Сільськогосподарська біомаса, що використовується як паливо, має низьку особливостей, які відрізняють її від традиційних енергоресурсів, що застосовуються для опалення. Деякі з характеристик твердого біопалива, передусім зовнішні (щільність, розміри часток, специфічність поверхні) через подрібнення та ущільнення можуть бути змінені, проте його основні паливно-технологічні характеристики прийнято розглядати як сталі.

Біомасу, як первинну енергетичну сировину, використовують у незмінній формі для прямого спалювання або ж попередньо піддають хімічній переробці. Зокрема, це стосується насіння олійних рослин, $щ_0$ переробляється на етерифіковані олії, картоплі і зерна, які є сировиною для виробництва етилового спирту як добавки у бензини тощо.

Якість біопалива обумовлена трьома фазами, які проходить біомаса енергетичного призначення: фазою I - вирощування; фазою II - збирання й переробки; фазою III - енергетичного використання. До впливів, пов'язаних з фазою I, можна віднести вибір виду й сорту культурної рослини, її стан за стиглістю, грунтово-кліматичні умови, технологію і технічні засоби вирощування, наявність добрив, засобів для захисту рослин і стан атмосферного повітря (зокрема його забруднення). У фазі П, вплив визначається характером застосовуваних індивідуальних операцій попередньої підготовки біомаси (у вигляді дерев'яної тріски, солом'яної січки, тюках, полет, гранул чи брикетів), що в остаточному підсумку обумовлює фізико-хімічні характеристики біопалив. Фаза Ш являє собою комплексну взаємодію між властивостями біопалива і пристроєм для спалювання.

Використання для енергетичних потреб соломи у порівнянні з іншими видами рослинної біомаси на сьогодні є найбільш перспективним. Сільське господарство

України щорічно виробляє приблизно 6-8 млн тонн соломи, яку можна використовувати в енергетичних цілях. Частину соломи заорюють як добриво під обробітку грунту для його відновлення і захисту від ерозії, а також використовують як грубий корм та підстилку для сільськогосподарських тварин.

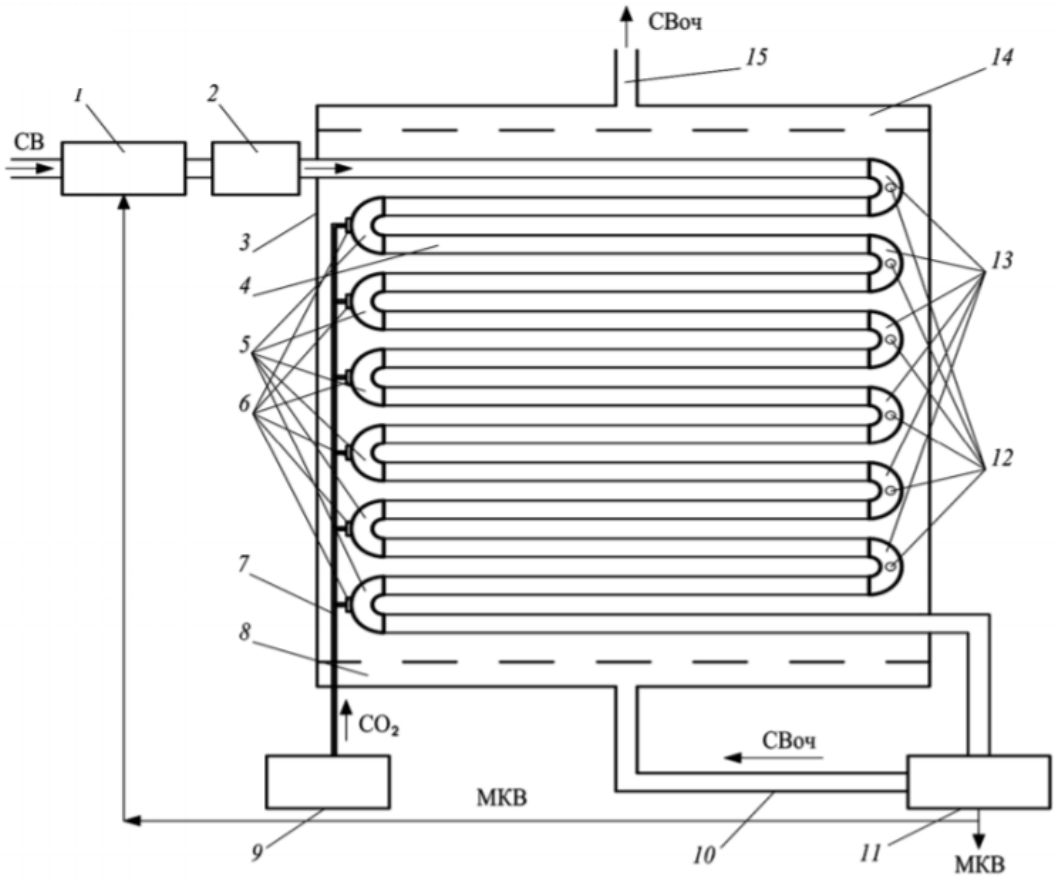

Рис. 3.7. Конструктивна схема фотобіореактора закритого типу безперервної дії СВ – стічні води на очищення; СВоч – очищені стічні води; МКВ – мікроводорості

Сільськогосподарська біомаса, що використовується як паливо, має низьку особливостей, які відрізняють її від традиційних енергоресурсів, що застосовуються для опалення. Деякі з характеристик твердого біопалива, передусім зовнішні (щільність, розміри часток, специфічність поверхні) через подрібнення та ущільнення можуть бути змінені, проте його основні паливно-технологічні характеристики прийнято розглядати як сталі.

Біомасу, як первинну енергетичну сировину, використовують у незмінній формі

для прямого спалювання або ж попередньо піддають хімічній переробці. Зокрема, це стосується насіння олійних рослин, $щ_0$ переробляється на етерифіковані олії, картоплі і зерна, які є сировиною для виробництва етилового спирту як добавки у бензини тощо.

Якість біопалива обумовлена трьома фазами, які проходить біомаса енергетичного призначення: фазою I - вирощування; фазою II - збирання й переробки; фазою III - енергетичного використання. До впливів, пов'язаних з фазою I, можна віднести вибір виду й сорту культурної рослини, її стан за стиглістю, грунтово-кліматичні умови, технологію і технічні засоби вирощування, наявність добрив, засобів для захисту рослин і стан атмосферного повітря (зокрема його забруднення). У фазі П, вплив визначається характером застосовуваних індивідуальних операцій попередньої підготовки біомаси (у вигляді дерев'яної тріски, солом'яної січки, тюках, полет, гранул чи брикетів), що в остаточному підсумку обумовлює фізико-хімічні характеристики біопалив. Фаза Ш являє собою комплексну взаємодію між властивостями біопалива і пристроєм для спалювання.

Використання для енергетичних потреб соломи у порівнянні з іншими видами рослинної біомаси на сьогодні є найбільш перспективним. Сільське господарство України щорічно виробляє приблизно 6-8 млн тонн соломи, яку можна використовувати в енергетичних цілях. Частину соломи заорюють як добриво під обробітку грунту для його відновлення і захисту від ерозії, а також використовують як грубий корм та підстилку для сільськогосподарських тварин.

Матеріальний баланс сполук для елементарного об’єму записано у вигляді

$$\frac{\partial S_i}{\partial t} = \left(-\upsilon_{Xi} \frac{\partial S_i}{\partial x} - \upsilon_{Yi} \frac{\partial S_i}{\partial y} - \upsilon_{Zi} \frac{\partial S_i}{\partial z} \right) + k_d \left(\frac{\partial^2 S_i}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S_i}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 S_i}{\partial z^2} \right) + \mu_i , \quad (1)$$

Приведені витрати на збирання однієї тонни побічної продукції ріпаку становлять 15,35 грн/т. Найбільші витрати робочого часу на збирання онни соломи виявлено при збиранні озимої пшениці у розсипному вигляді (, ,43 год/т), а найменші - на збиранні соломи ріпаку з подрібненням і фесуванням у великогабаритні паки (0,36

год/т). За витратами палива найбільш енергоємною є технологія збирання соломи озимої пшениці у Розсипному вигляді (5,38 кг/т). Найменш енергоємною є технологія збирання соломи озимої пшениці з пресуванням у малогабаритні паки (1,43 л/т). Для соломи ріпаку це значення дорівнює 2,12 л/т.

Найбільш ефективною, за багатокритеріальною оцінкою, є технологія пресування соломи озимої пшениці в рулони пресом українського виробництва. Технологія пресування соломи ріпаку у великогабаритні паки є також досить перспективною. її технічне забезпечення можливе вітчизняними машинами.

Після задання граничних умов у вигляді

$$-\upsilon_{Xi}\frac{\partial S_i}{\partial x}=-\upsilon\frac{\partial S_i}{\partial L},\qquad -\upsilon_{Yi}\frac{\partial S_i}{\partial x}=0,\qquad -\upsilon_{Zi}\frac{\partial S_i}{\partial x}=0,$$

(2)

де L – довжина робочої зони реактора. Інтегруванням отримано формулу для визначення часу перебування стічної води у робочій зоні реактора для досягнення необхідного ступеня видалення біогенних елементів

$$t=\frac{1}{\alpha}\ln\frac{1}{1-K_i}.$$

(3)

де α – константа швидкості поглинання біогенної сполуки.

Деревина у розумінні енергетичної сировини охоплює: відходи деревини з лісового виробництва та деревообробної промисловості, обрізки гілок і крон дерев, що швидко ростуть, та з багаторічних дерев, що вирощуються в так званих енергетичних лісах SRC або SRF (ротація верби- 3-5 років, тополі ротація - 6-15 років). Деревина є хімічно неоднорідною сировиною. Вона складається з целюлози, геміцелюлози та лігніну. Лігніфікація стінок клітин у хвойних дерев складає приблизно 30%, у листяних - 20%. Деревина використовується у різних формах - це колоди або поліна, гілки, стружка та тріски, тирса і навіть пил деревини.

3.2 Енергетичний потенціал біомаси в Україні.

Рослинна маса Землі оцінюється в 1800 млрд. тон сухої речовини, що відповідає енергетичному потенціалу ЗО-1018 кДж. Ліси складають біля 68 % біомаси суходолу, трави 16 %, оброблена земля - 8 %. На Землі, завдяки фотосинтезу, щорічно продукується 173 млрд. тон сухої речовини, що в 20 разів перевищує використану енергію корисних копалин.

Майже одна сьома частина енергії, використана в світі, отримується з біомаси. У сільській місцевості використання біомаси складає понад 85 % енергоспоживання. Частину сухої біомаси перетворюють в енергію завдяки спалюванню, а частина перетворюється в енергію за допомогою метанового бродіння, яке відкрив і дослідив у 1776 році вчений Вольт.

Процес метанового бродіння проходить завдяки розчиненню і гідролізу органічних сполук, ацидогенезу і метаногенезу. Одні бактерії перетворюють органічні сполуки в масляну, пропіонову і молочні кислоти,'наступні бактерії перетворюють ці кислоти в оцтову кислоту, водень і вуглекислий газ, а потім метаноутворюючі бактерії відновлюють вуглекислий газ у метан із поглинанням водню, який, у протилежному випадку, може інгібірувати оцетокислі бактерії. Встановлено, що оцетокислі бактерії і метаноутворюючі мікроорганізми утворюють симбіоз, який раніше рахувався одним мікробом. З біохімічної точки зору метанове "бродіння" є анаеробним диханням, у процесі якого електрони з органічних речовин переносяться на вуглекислий газ, який потім відновлюється до метану.

Найпростіший процес метанового бродіння відбувається у водонепроникних цистернах (дайджестерах) з бічним отвором, через який вводиться ферментативна сировина. Над дайджестер встановлюється контейнер (металевий, пластиковий) для збирання газу. Встановлений над біомасою, що бродить, купол-контейнер проникненню повітря в середину устави і забезпечує

анаеробні умови процесу. Газ надуває цей контейнер, який з'єднаний "ЛаС.,асесором для підвищення тиску і невеликим ресивером.

У випадках використання відходів домашнього господарства або рідкого гною співвідношення між твердими компонентами і водою повинно складати 1:1, що відповідає загальній концентрації твердих речовин, 8-11 % по вазі. Суміш можна засівати ацетоногенними і метаногенними бактеріями або осадом з інших біогазових устав. Низький Рн знижує ріст метаногенних бактерій і зменшує вихід біогазу, такий ефект викликає і перевантаження дайджестера. Проти закислення використовують вапно. Оптимальне "переварювання" відбувається в умовах, близьких до нейтральних (Рн 6,0-8,0). Максимальна температура процесу залежить від мезофільності або термофільності мікроорганізмів (30-40°С або 50-60°С); різкі зміни температури небажані.

Звичайно біогазові устави заглиблюють у землю для використання теплоізоляційних якостей грунту. У країнах із холодним і помірним кліматом їх нагрівають за допомогою пристроїв, які застосовують при компостуванні сільськогосподарських відходів. З точки зору живильних потреб бактерій надлишок азоту (наприклад, у випадку рідкого гною) сприяє накопиченню аміаку, який пригнічує ріст бактерій. Для оптимальної переробки співвідношення C/N повинно бути порядку 30:1 (по масі). Це співвідношення можна змінювати, змішуючі складові, збагачені азотом, з складовими, збагаченими вуглецем. Так, співвідношення гною можна змінювати Добавками соломи або жому цукрової тростини. Відходи харчової промисловості і сільськогосподарського виробництва мають значну кіількість вуглецю, тому вони краще всього підходять для метанового бродіння, тим більше, що деякі з них отримуються при температурі, найбільш оптимальній для цього процесу. Бажано перемішувати суспензію зброджуваних речовин, щоб запобігти розшаруванню, яке зменшує бродіння. Тверді матеріали необхідно роздробити, так як великі частинки гною зменшують вихід метану. Практично, період переробки гною великої рогатої худоби складає два-чотири тижні, для свинячого гною - 10 днів.

Такого часу достатньо для того, щоб знищити всі патогенні ентеробактерії і ентеровіруси, а також 90 % інших шкідливих вірусів.

Виробництво біогазу шляхом метанового "бродіння" відходів - один з шляхів вирішення енергетичних, економічних, екологічних агрохімічних проблем у більшості країн світу.

Так, значне розповсюдження біогазових устав є в сільських районах Індії. Сьогодні тут діє понад 100 тис. індивідуальних дайджестерів, що становить біля 5 % від можливої кількості для перероб коров'ячого гною (прогнозується загальна кількість індивідуальних устав 18,8 млн. і 5,6 млн. устав кооперативного використання).

Але найбільше біогазових устав індивідуального використання є в Китаї - в 1978 році їх вже працювало 7 млн. Цьому сприяло використання місцевих дешевих будівельних матеріалів (каменю пуцоланового цементу, вапняку), активна навчальна політика у сфері санітарії і гігієни навколишнього середовища. Так, наприклад, у провінції Сичуань у період 1975-1980 рр. пройшло навчання понад 200 тис. техніків, які стали інструкторами в селах, бригадах, кооперативах, об'єднаних для використання біогазу. Державні банки надавали населенню кредити на пільгових умовах, (0,18 % в рік) для будівництва дайджестерів.

Ще в 1979 році в Китаї вироблялось понад 2 млрд. $м^3$ біогазу, що становить 0,77 $м^3$ на 1 уставу за добу протягом року. Середній об'єм устави становить 6-12 $м^3$, вихід біогазу - 0,15 $м^3$ за добу на кожний 1 $м^3$ об'єму. Продуктивний період складає 250 днів, тобто дайджестером з середньою ємністю 7,5 м3 за добу виділяється 1,1 $м^3$ газу, що відповідає виробництву 1 млрд. $м^3$ газу за рік на 3,6 млн. індивідуальних устав вказаного об'єму.

В інших країнах також широко проводяться роботи по розвитку виробництва біогазу. Так, на Філіппінах працює комплекс із 48 дайджестерів, який використовує гній від 15.000 свиней. Цей біогаз забезпечує енергією фабрику по переробці м'яса і консервний завод, а також всі потреби ферми.

В Ізраїлі з 1974 року виробництвом біогазу займається "Асоціація кіббуці індастріз". Тут виробництво біогазу організоване при температурі 55 °С, вихід біогазу підвищено до 4-« м3 за добу на кожний кубометр об'єму устави (що в 10 разі<> перевищує звичайний вихід). Відходи переробки, які мають тіль 12% твердих речовин,

згодовують рибам. Це допомагає заощадити половину гранульованих кормів із зернових культур, які зви застосовують при розведенні риби. Як показує практика, збагачені білками, мінеральними солями і вітамінами відходи великої рогатої худоби і вівців можна використовувати в якості корму для худоби, замінюючи ними до 25 % сухих речовин згодованої їжі.

Біогаз - це суміш метану (60-85 %) і вуглекислого газу (15-40 %). Його отримують у спеціальних установках різноманітного конструктивного виконання, в залежності від місцевих умов.

Основні переваги використання цього виду місцевого, віднов-лювального джерела енергії в простоті технічної реалізації процесу. Сировина постійно відновлюється в природі. До 90 % органічних речовин переходять у газ і воду. Відбувається повне обеззараження утилізованих відходів, отримується високоефективне біодобриво. Біогаз отримують у реакторах-метатенках об'ємом від 0,5 $м^3$ до кількох тисяч кубічних метрів безпосередньо біля джерел відходів, його просто переробляти в теплову і електричну енергію і споживати на транспорті. Виробництво і споживання біогазу вирішує відразу три загальні проблеми - енергетичну, екологічну, агрохімічну.

Біогаз має теплоту згорання від 21 до 36 МДж/кг при нормальних умовах. З однієї тонни органічних речовин виділяється від 250 до 600 $м^3$ біогазу. З різних речовин одержують не однакову кількість біогазу (таблиця 4).

Таблиця 4.

N з/п	Сировина	Вихід біогазу з 1 кг сухої речовини, л/кг	Складова метану в газі, %
1	Трава	630	70
2	Листя дерев	210-294	59
3	Соснові гілки	37	69
4	Листя картоплі	420	60
5	Стебла кукурудзи	420	53
6	Солома пшенична	342	58
7	Солома льняна	359	59
8	Твердий гній ВРХ	200-300	60
9	Кінський гній з соломою	250	58
10	Домашні відходи і сміття	600	50
11	Фекальні осади	250-312	60
12	Тверді залишки стічних вод	570	70

По температурним режимам виробництво біогазу поділяю на психрофільний (15-20 °С), мезофільний (30-40 °С) і термофільний (52-56 °С). Середній час зброджения при мезофільному режимі складає 15-30 діб, при термофільному - 5-10 діб.

Процес виробництва біогазу є рентабельним, коли в 1 $м^3$ робочого об'єму реактора за добу виділяється 2 $м^3$ газу. Окупність біогазових установок складає від 3 до 8 років: чим вони більші, тим менший строк окупності.

На рис. 28 подана принципова схема безперервної анаеробної переробки відходів великої рогатої худоби. Гній з ферми або сховища подається в резервуари підготовки вихідної сировини (1), в яких відбувається перемішування, видалення твердих речовин, зволоження маси до 94-96 % та інші операції. Підготовлена сировина подається дозаторними насосами (2) в метатенки (3), де відбувається процес зброджения під дією метанотворних

Рис. 28

1 - резервуар для підготовки сировини;

2 - дозаторний насос:

3 - метатенк;

4 - компресор;

5 - газгольдер;

6 - апарат очистки біогазу;

7 - гноєзбірник;

8 - циркуляційна помпа;

9 - котел для підтримки температури в метатенку;

10 - подача гною;

11 - добрива для використання;

12 - біогаз до споживачів.

бактерій. Утворений біогаз відводиться з верхньої частини метатенків в газгольдери (5), звідки він надходить до споживачів. Рештки збродженого гною (обеззаражені добрива) з нижньої частини поступають у гниєзбірник (7), з якого вивозяться на поле. Для підтримки заданої температури в метатенках через змійовики

прокачують гарячу воду, підігріту в котлах (9). На такий підігрів витрачається 20-30 % виробленого біогазу. В залежності від прийнятого часу зародження сировини визначається необхідний об'єм метатенків і кількість сировини, яка подається для дозаправки дозаторними насосами.

РОЗДІЛ 4. ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМ РОЗОСЕРЕДЖЕННОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

4.1.Сонячні електростанції з фотоелектричними модулями

Розроблене вітчизняне обладнання сонячна панель (рис. 7) виготовляється з дерев'яного або металевого ящика (1), висотою 10-15 см, на дно якого вкладається теплоізоляція (3) - скловата або тирса. На теплоізоляцію встановлюють плоскі стальні радіатори (2) типу З СТ-11-7 (випускаються промисловістю), які фіксуються в корпусі-ящику (1). Зверху корпус (1) закривається склом (4), для збільшення теплового ефекту встановлюють подвійне скло з проміжком 15-20 мм. Сонячний колектор виготовляють з декількох штампо-зварних радіаторів типу З СТ-11-7 (або інших) загальною площею, розрахованою до відповідного об'єму бака-резервуара. Для отримання максимального теплового ефекту металеву поверхню сонячної панелі зачорнюють. Сонячна панель встановлюється на добре освітленому сонцем місці з кутом нахилу до горизонту 45-60°, при цьому сприймається найбільша кількість енергії. Після монтажу Геліоустановки її систему заповнюють водою з водогону (9) до переливу через патрубок (б). У сонячній панелі (2) вода нагрівається (при певних умовах вище 100 °С) і починається її самоциркуляція по трубопроводу (8) у верхню частину бака-резервуара (1). Одночасно холодна вода з нижньої частини бака(1) поступає в нижню частину сонячної панелі (2), де нагрівається, і цикл повторюється.

Протягом кількох годин за рахунок самоциркуляції, обумовленої перепадом рівня між баком (1) і сонячною панеллю (2), а також різницею питомої ваги нагрітої і холодної води в системі, вода в резервуарі (1) нагрівається до температури 60-80 °С.

1 - дерев'яний ящик;

2 - плоский стальний радіатор;

3 - теплоізоляція;

4 - скло;

5 - вивідні патрубки сонячної панелі.

Якщо резервуар (1) встановлюють на відкритому повітрі, його фарбують у чорний колір і Для зменшення втрат тепла покривають чохлом (5) з прозорої поліетиленової плівки, або покривають теплоізоляцією. Гаряча вода з резервуара поступає на змішувачі мийки, душа, ванни, де регулюється н температура холодною водою з водопроводу (9). Під час експлуатації Геліоустановки підживлення резервуара (1) здійснюється з водопроводу (9) автоматично, в залежності від витрати гарячої води, для організації замкнутої гідравлічної системи. При цьому вхідний патрубок "гарячої" води з сонячної панелі в резервуар і вихідний патрубок гарячої води на споживання, повинні бути завжди нижче рівня води в резервуарі і постійно заповнені водою. Заповнювання резервуару (1) можна здійснювати вручну через горловину (6), яка при нагріванні води вище 100 °С відіграє роль запобіжника. Для зниження температури води в резервуарі, при надлишку сонячної енергії, затінюють частину поверхні сонячної панелі.

На практиці використовують найпростішу систему для отримання гарячої води, яка складається тільки з чорного гумового шлангу довжиною 20 метрів. Скручений шланг вкладають на землю і підключають до водопроводу.

За одну годину (в літній сонячний день) 5 літрів води в шлангу нагрівається з 15 до 45 °С. Цю гарячу воду використовують для душа.

Широкого застосування набули Гумові сонячні колектори, які підігрівають воду до 50-55 °С. Вони мають деякі переваги над металевими колекторами. Маса 1 м2 найпоширеніших засклених сонячних колекторів становить 40-60 кг, а гумових 4-5 кг. Строк експлуатації гумових колекторів, кращих зразків, становить до 30 років. Вони витримують тиск до 15 кгс/см^2, стійкі до температурних перепадів від -50 до +180 °С, значно дешевші від інших типів колекторів, їх не розриває замерзла вода (що дозволяє не зливати воду з них в зимовий період), можуть мати необмежені розміри, їх можна закріплювати на стінах і дахах будівель.

1 - геліоколектор;

2 - розширювальний бак;

3 - акумулятор тепла для гарячого водопостачання;

4 - електропідігрівник;

5 - водорозбірний кран;

6 - прилад опалення;

7 - акумулятор сонячної енергії;

8 - бак для зливу антифризу;

9 - помпа;

10 - вода з водопроводу;

11 - злив.

Для гарячого водопостачання і опалення, в побуті і на виробництві, застосовують більш складні двох і трьохконтурні схеми, які більш надійні і універсальні. В одній з найпростіших, трьохконтурній сонячній системі (рис. 8), теплоносій першого контуру (антифриз) нагрівається в геліоколекторі (1) і поступає в акумулятор сонячної енергії (7), де віддає тепло воді, що циркулює в системі опалення (другий контур). В акумуляторі тепла (7) знаходиться змійовик для підігрівання води на гаряче водопостачання (третій контур). Догрівання води до потрібних параметрів, що йде на споживання, відбувається в електропідігрівачах (4). У сонячному (першому) контурі циркуляція антифризу здійснюється насосом, у другому контурі вода циркулює по системі завдяки самоциркуляції.

У побуті і в садово-городніх кооперативах застосовують спрощені сонячні установки для отримання гарячої води (рис. 9а). Основна деталь установки - сонячний колектор (рис. 96). Він складається з 30 штук покладених паралельно латунних або алюмінійових трубок і припаяних до збірного колектора. їх діаметр -16 мм, переріз колектора 40х40 мм, або труба, діаметром 40 мм. Замість трубок можна використати два листи покрівельного заліза, які зварені між собою по периметру з проміжком між ними 10-15 мм. Можна застосувати також штампозварні сталеві радіатори типу СТ—11—7. По центру нижнього і верхнього колекторів зроблені патрубки для подачі холодної води і відведення гарячої.

1 - резервуар з водою

2 - сонячна панель;

3 - ґумова трубка;

4 - поплавок;

5 - ґумові шланги;

6 - душ;

7-дах душової;

8 - теплоізоляція;

9 - колектор;

10 - трубка;

11 -скло.

Сонячний колектор розміщують у дерев'яному ящику розмірами 100х120 см. Попередньо на дно ящика вкладають теплоізоляцію, накривають її тонкою бляхою і прикріплюють до неї трубки нагрівача за допомогою хомутів, які фарбують у чорний колір. Зверху ящик закривають склом і герметизують замазкою для зменшення теплових втрат. Сонячний колектор встановлюють на даху душової або іншому підвищенні, з нахилом 45-50 °С на південь і з'єднують з допомогою гумових шлангів із резервуаром для води, об'ємом 100-150 літрів. Резервуар ізолюють шлаковатою, а від опадів захищають поліетиленовою плівкою, металевою дахівкою. Резервуар заповнюють водою, яка в замкнутій гідравлічній системі під дією сонця починає циркулювати. До середини дня вода нагрівається до 45°С, а під вечір до 70 °С. Якщо встановити подвійне скло з повітряним проміжком 2-4 см, температура підніметься ще вище. Для використання нагрітої води в хмарну погоду застосовують Гумовий шланг з поплавком, за допомогою якого вода забирається з верхніх шарів резервуару. Нагляд за такою установкою надзвичайно простий. Своєчасно потрібно заповнювати систему водою вище рівня верхньої циркуляційної труби (1), протирати скло на сонячному колекторі від бруду. Цю систему можна використовувати з заповненням водою від водопроводу, для побутових і господарських потреб.

Широко застосовуються сонячні нагрівачі і в сільському господарстві. Використання їх для сушіння сіна значно зменшує витрати енергії і прискорює цей процес в 1,5-2 рази. Вони ефективніші за установки, що працюють на електроенергії чи рідкому паливі.

Для сушіння сіна використовують безкаркасні ґеліоколектори з гнучких матеріалів - прозорої і чорної поліетиленових плівок. Площа безкаркасних повітряних сонячних колекторів для нагрівання повітря становить від десятків до кількох тисяч квадратних метрів.

У Литві, наприклад, розроблено сонячний повітряний колектор (рис. 10), який складається з двох поліетиленових труб, розміщених одна в одній. Прозора, зовнішня труба (1), товщиною 0,1 мм, шириною 2800 мм, чорна внутрішня труба (2), товщиною 0,2 мм і шириною 2000 мм. Холодне повітря подається вентилятором у чорний трубопровід, наповнює його і нагрівається від сонця. Тепле повітря, на виході з колектора, подається в сіносховище окремим вентилятором меншої потужності. Цей сонячний колектор скуповується за рахунок економії палива за 3-5 місяців. Його теплова продуктивність на географічній широті Литви становить 160 Вт · $м^2$, площа 150 $м^2$, витрата повітря 1700 $м^3$/год., температура у внутрішньому колекторі 35 °С, маса 180 кілограмів.

Ось інший приклад. Сонячний нагрівач повітря, розроблений у Запоріжжі, складається з металевого каркасу, на який натягнуто прозору поліетиленову плівку, а дно покрите чорною плівкою. Ця установка дозволяє прискорити сушіння сіна в два рази і економити до 40 кг умовного палива на 1 т сіна. Сонячні сушарки сіна широко застосовуються у Франції, Німеччині, Польщі,Чехії,Литві.

1 - прозора зовнішня плівка;

2 - чорна внутрішня труба.

У сільському та приватному господарстві сонячна енергія широко застосовується для нагрівання і охолодження тваринницьких і господарських приміщень, для гарячого водопостачання та опріснення води. Розроблене обладнання установок дозволяє на широті 40-45°С стабільно нагрівати воду і повітря до 50-60 °С і економити на 1 $м^2$ поверхні сонячних колекторів до 0,1 т умовного палива. Вартість 1 $м^2$ сонячних колекторів для нагрівання води коливається від 50 до 200 доларів, у залежності від конструкції і використаних матеріалів.

На початку 90-х років Інститут КиївЗНІЕП і науково-виробничий центр "Ґеліотерм" (м. Алушта) розробили нормативні матеріали по розрахунках і проектуванню систем сонячного тепло-і водопостачання. У цей період організовано випуск плоских

сонячних колекторів, розроблених інститутом, на Броварському і Симферопольському заводах металоконструкцій.

У НВЦ "Ґеліотерм" вивчено гідродинамічні характеристики великих сонячних установок (площею нагріву понад 4 тис. кв. м) у різних режимах і розроблено сучасні проекти "сонячних" будинків площею до 600 м^2, які при експлуатації не використовують органічного палива.

Сьогодні найбільша в Україні сонячна установка гарячого водопостачання площею 1200 м2, продуктивністю 50 м3 на добу, з температурою води 60 °С експлуатується в кримському пансіонаті «Кастрополь» з 1986 року.

У Донецькій області діє експериментальна установка на 500 літрів гарячої води, к.к.д. якої становить 56% при сумарній інтенсивності сонячної радіації з 9-10 і до 15-16 годин 5144 Вт · год/м^2, корисна енергія становить 11,4 кВт/год, вода нагрівається до 64,5 °С.

У м. Берегово, на Закарпатті, з 1994 року експлуатується сонячна установка для гарячого водопостачання на комунальній котельні об'єднання "Закарпаттеплокомуненерго". Установка складається з бака-акумулятора об'ємом 50 м3, площа сонячного колектора понад 100 м2, середня фактична потужність 0,09 Гкал/год, температура води 50 °С, період роботи з квітня по жовтень місяць.

Сонячний потенціал Закарпаття сьогодні практично не використовується, хоча він значний і перевищує 15000 млрд. кВт · год. на рік, що в 1100 разів більше за потреби області на всі види енергоспоживання.

Найбільш широко на сьогодні застосовується сонячна енергія в Криму. Так, на 1997 рік тут діяло 18 об'єктів гарячого водопостачання, обладнаних сучасними ґеліоустановками загальною площею понад 5000 м^2, які за рік дають змогу економити 900 т.у. п.

Для значного покращення ефективності роботи невеликих індивідуальних Геліоустановок тут почали встановлювати малі електронасоси з регульованою потужністю від ЗО до 80 Вт. Для цих потреб вигідно застосовувати вітроустановки типу "Ромашка", які стабільно працюють при швидкості вітру 2-3 м/с і підтримують постійну циркуляцію води в ґеліосистемі.

Створено спеціалізоване науково-виробниче підприємство "Укрґеліопром", яке займається розробкою, виготовленням і впровадженням сучасних енергетичних сонячних систем. Цим підприємством розроблені і випускаються сонячні побутові водонагрівачі оригінальної конструкції ПСВ-100/100-1, запатентовані в Україні і Росії. Водонагрівач призначений для індивідуальних і колективних споживачів (фермерське, індивідуальне або дачне господарство, душові в місцях відпочинку і на виробництві). Вода може використовуватись для гарячого водопостачання, поливу шляхом змішування або теплообміну, підігріву теплиць у нічний час, а також на різноманітні господарсько-побутові потреби.

Деревину заготовляють на різних етапах її переробки і тому диференціюють як за сортиментом, так і з точки зору придатності для спалювання. Дерево для опалювальних потреб за сортаментом складає: 70% - великі колоди, 20% - малі колоди, 10-15% - пні, пеньки та кора. Відходи від деревообробної та паперової промисловостей складають десятки млн $м^3$. Дерево для опалення - це подрібнена до різного ступеня деревина з частин пня, відсічених кінців кореня, а також гілок. Дерево для спалювання зазвичай розділяють на частини завдовжки 0,20-0,40 м, товщиною - 0,06-0,10 м, що робить можливим спалювання у більшості печей. Поняття зрубок означає: шматочки деревини завдовжки 5-50 мм, диференційованої форми волокна, частинки, тріски і тощо.

Ступінь подрібнення деревини суттєво впливає на технологічну продуктивність подрібнювачів, тому бажано нормувати її величину. Дерево для опалення може використовуватися також у вигляді брикетів довжиною 0,10-0,25 м, прямокутних або круглих у розрізі (0= 0,06-0,12 м) і в'язанок, які зазвичай мають валикоподібну форму (довжиною 5-40 мм і діаметром 8-12 мм). Як брикети, так і в'язанки формують головним чином з тирси та трісок на пресах (брикетниках, грануляторах) високого тиску з додаванням в'яжучої речовини.

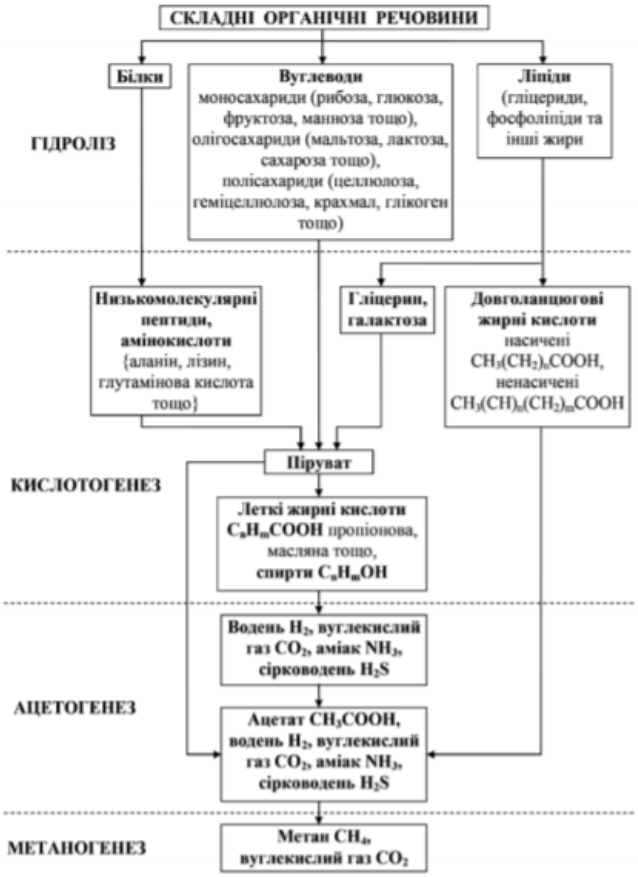

Рис. 4. Постадійна схема анаеробного бродіння

Брикети та гранули повинні мати вологість 8-10%, а кількість попелу, що утворюється при їх спалюванні, не повинна перевищувати 1% (без тенденції до його конгломерації). На деяких підприємствах подрібнюють сухі дерев'яні шматки деревини (< 5%) на млинах - до стану пилу з розміром частинок менше 0,8-1,0 мм, що дає можливість спалювати їх у спеціальних котлах. Баланс енергетичних витрат при виробництві та спалюванні брикетів, гранул та пилу деревини не завжди позитивний, тому їх виробництвом займаються здебільшого підприємства, які володіють "надлишком" дешевої сировини, що трактується як відходи (целюлозні підприємства тощо).

Придатність дерева для спалювання головним чином залежить від виду дерева, його вологості, а також від вмісту мінеральних та хімічних складових. З екологічної точки зору два останні елементи є небезпечними, оскільки під час спалювання вони можуть бути джерелом емісії в навколишнє середовище сильно токсичних речовин або важких металів. Тому у найближчому майбутньому відходи від переробки деревини

будуть використовуватись як енергетична сировина насамперед у місцях її виникнення та значної концентрації (на підприємствах з виробництва деревовидних плит, фанери) брикетів та гранул.

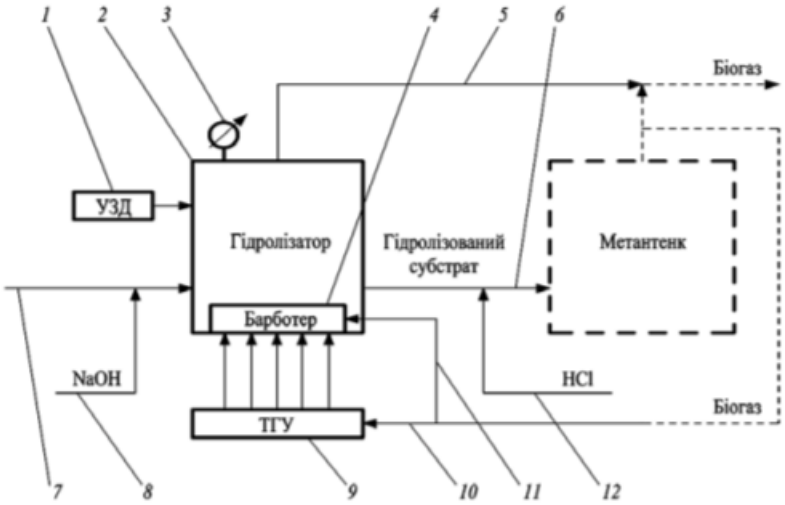

Рис. 4.1 Технологічна схема лужного гідролізу з ультразвуковою кавітацією та барботуванням

Вирощування дерев та кущів, що швидко ростуть, визначається поняттям енергетичних лісів. Це вирощування розпочалось зі спроби використання деградованих, еродованих грунтів і земель, виведених з сільськогосподарського користування. Ці грунти характеризуються, як правило, низькою придатністю для ведення сільського господарства,

містять невелику кількість гумусу і значну кількість азоту та фосфору і мають здебільшого незадовільний повітряно-водний режим. У такому середовищі лише невелика кількість рослин здатна до вегетації та швидкого приросту біомаси. У європейській практиці, зокрема в скандинавських країнах, часто використовують кущову вербу та тополю До переваг цих двох видів дерев відносять: невелике навантаження на навколишнє середовище в процесі їх вирощування, отримання біомаси в зимовий період та відпрацьована на промисловому рівні технологія виробництва енергії, зокрема теплоти. Обидва види деревини характеризуються в декілька разів більшим приростом маси за

одиницю часу у порівнянні з приростом маси природних лісів. Слід зауважити, що у зв'язку з високою витратністю, остаточне вирішення питання щодо отримання енергетичної сировини з промислових лісів залишається відкритим. Ці технології й досі знаходяться у фазі експериментів з метою їх вдосконалення.

Згідно з вимогами Європейського Союзу (Директива 2003/30/ЄС від 8 травня 2003р.) частка біологічних видів палива в структурі енергоспоживання ЄС до кінця 2010 року має скласти 5,75%.

Сорти тополі, що вирощуються для одержання біомаси в енергетичних лісах (Short Rotation Foresty), являють собою поєднання північноамериканської (Populus deltoides) та чорної європейської тополі (Populus nigra). Плантації тополі закладають на грунтах з pH 5,0-7,5, з відповідним балансом води та добрив, при цьому сума опадів під час вегетації не повинна бути меншою від 300-350 мм. Підготовка поля полягає в оранці на стандартну глибину 0,25-0,30 м. Саджанці завдовжки близько 0,25 м висаджують вручну, що потребує до 7-8 люд.-днів на один гектар, або механізовано. Саджанці отримують через 2-4 роки з однорічних пагонів, висаджуючи їх з розрахунку 16 тис. шт/га під час вирубки. Закладаючи посадку, планують, щоб через 6-8 років густота насаджень не перевищувала 1700-2000 дерев на гектар. У перший рік необхідно звертати увагу на можливість забур'янення плантацій, яке необхідно усунути механічним або хімічним способом. Деякі дані вказують на доцільність застосування азотного добрива в кількості 50-60 кг/га у перші 2-3 роки вирощування дерев. Плантація тополі протягом перших 4-6 років використання дає середній щорічний приріст сухої маси дерева в межах 5-6 т, а від 5-го до 9-го року цей приріст складає 12-20 т с.м./га на рік (рис. 1.2). В середньому за 6-8-річний період вирощування приріст коливається від 12 до 14 т с.м./га на рік.

Під час вирубки (зазвичай у березні), вміст вологи в масі дерева діаметром близько 80 мм складає 45-55%, а об'ємна маса дерева, подрібненого на шматочки довжиною менше 50 мм, становить близько 160 кг/м^3. Продуктивність спеціальних комбайнів для збирання зеленої маси зі спеціальними важкими адаптерами досягає 23 т/год. Після висушування до вологості 9-12% об'ємна маса становить близько 100

кг/м^3, а енергетична цінність - близько 17,5 МДж/кг. На плантаціях через 6-8 років після вирубки дерева досягають висоти 18-20 м, а для їх збирання використовують ті ж самі машини, що й у природних лісах.

Теплота при спалюванні сухої маси тополі становить 20 МДж/кг. Ці дані дозволяють оцінити теоретично величину енергії брутто - 260 ГДж/га на рік. У зв'язку зі зміною вологовмісту деревної маси опалювальна цінність деревини тополі в період збирання коливається в межах 9-10 МДж/кг, а енергетичні витрати на виробництво біомаси (без висушування та подрібнення) оцінюються в 4-15 ГДж/га на рік. Якщо прийняти середній щорічний врожай за 25 т маси при вологості 50%, частку виробничих витрат - близько 10 ГДж/га у рік, витрати на висушування - близько 13 ГДж/га у рік і на подрібнення - 5 ГДж/га у рік, то виробництво енергії нетто становитиме близько 220 ГДж/га у рік. При спалюванні біомаси в печах з коефіцієнтом корисної дії 75% можна отримати близько 165 ГДж/га у рік.

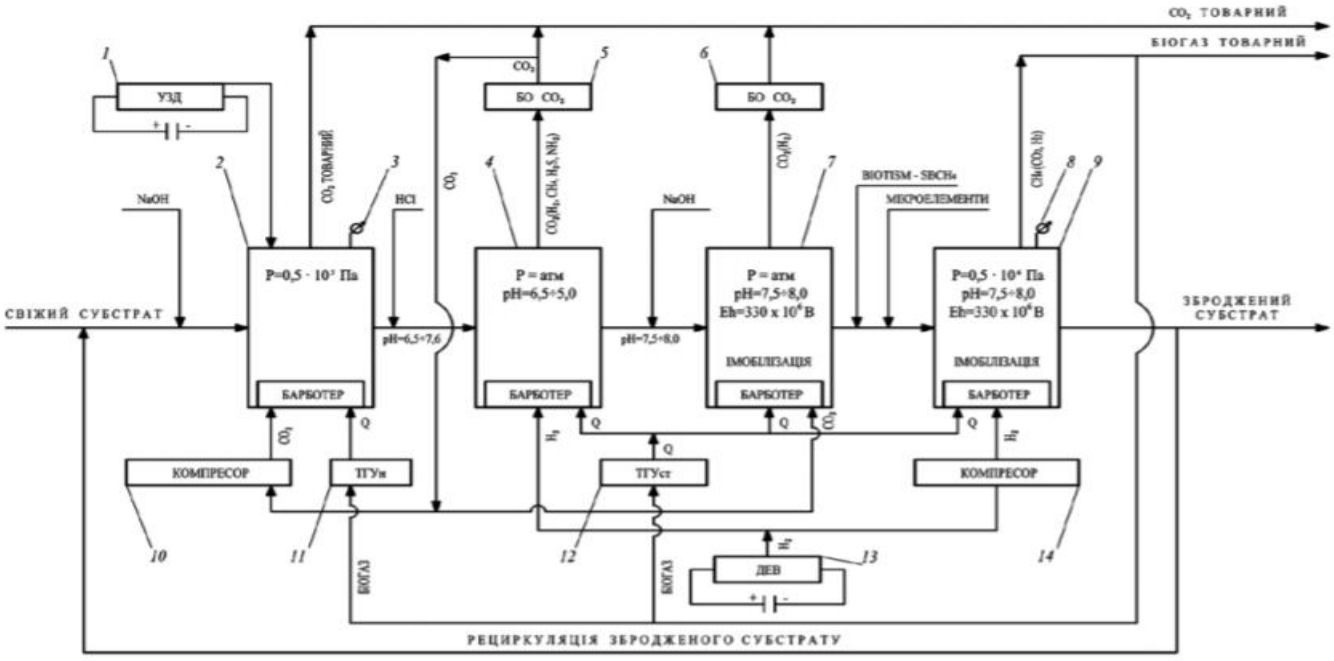

Рис. 4.3 Технологічна схема чотиристадійної анаеробної стабілізації

До свіжого осаду додають частину рециркульованого зброджeного, взятого на виході з метантенка (як «закваску»), а також NaOH для початку лужного гідролізу.

Для вирощування верби (Salix viminalis) прийнятні грунти з pH 5,5-6,5 (мінеральні, опідзолені та органічні). Щорічні опади мають становити близько 600 мм. Особливо сприятливим є їх рівномірне випадання в період вегетації. Суттєве значення має також вміст гумусу та рівень ґрунтових вод (1,0-1,5 м), а також нахил схилу та розташування схилу відносно сонця. Високі вимоги до навколишнього середовища роблять вирощування верби (рис. 1.3) в умовах України конкурентним по відношенню до вирощування ріпаку та ячменю. Вербові кущі добре переносять низькі температури, але бояться заморозків ранньої весни та ранньої осені, коли можливе ушкодження верхніх пагонів. Підбираючи клони для саджанців, дохідно враховувати грунтові умови та призначення насаджень. Плантації, закладені біля лісу, наражаються на серйозну небезпеку пошкодження хворобами та шкідниками.

Верба вважається рослиною, придатною для очищення грунтів від важких металів, радіонуклідів та токсичних сполук через їх перероблення в біомасу Коренева система верби проникає в грунт на глибину декількох метрів, а високий коефіцієнт транспірації дощової води обмеа вимивання шкідливих речовин у грунтові води. Підготовка поля полягає в глибокій оранці восени, причому деякі дослідники рекомендують перед оранкою глибоко розпушити грунт з метою створення кращих умов для розвитку глибокої кореневої системи верби. Передпосівна підготовка (культивація, боронування) надає можливість вільно "увіткнути" саджанець рукою в шар непересушеного грунту на глибину 0,2 м.

Розроблено конструктивну схему чотиристадійного шнекового метантенка безперервної дії (рис. 4.4)

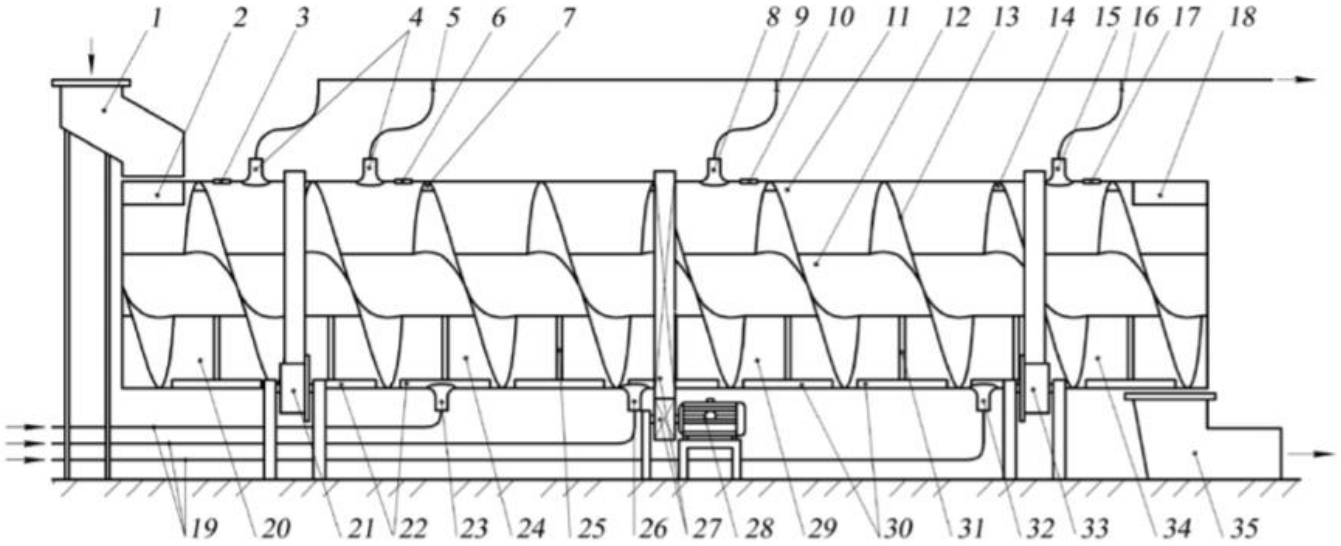

Рис. 4.4 Конструктивна схема шнекового чотиристадійного метантенка безперервної дії

1 – завантажувальний пристрій; 2 – завантажувальний люк; 3 – аварійний запобіжноскидний клапан; 4 – ніпель; 5 – гнучкий шланг; 6 – аварійний запобіжно-скидний клапан; 7 – проріз; 8 – ніпель; 9 – гнучкий шланг; 10 – аварійний запобіжно-скидний клапан; 11 – циліндричний корпус; 12 – порожнистий вал; 13 – неперервна шнекова лопатка; 14 – проріз; 15 – ніпель; 16 – гнучкий шланг; 17 – аварійний запобіжно-скидний клапан; 18 – вивантажувальний отвір; 19 – гнучкі шланги; 20 – перша газова порожнина; 21 – опорні катки; 22 – теплообмінник; 23 – форсунка; 24 – друга газова порожнина; 25 – нерухома лопатка; 26 – форсунка; 27 – механічна передача; 28 – привід; 29 – третя газова порожнина; 30 – теплообмінник; 31 – нерухома лопатка; 32 – форсунка; 33 – опорні катки; 34 – четверта газова порожнина; 35 – приймальний пристрій.

РОЗДІЛ 5. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗОСЕРЕДЖЕННОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

5.1 Потенціал геотермальної енергії в Україні.

Сьогодні в світі споживається за рік така кількість традиційних енергоносіїв, які накопичувались у надрах землі протягом мільйона років. Найбільше, майже 80 % їх, спалюють промислово розвинені країни, в яких живе 25 % населення світу. Якщо ці потреби розповсюдити на всіх жителів Землі, то для їх задоволення знадобиться ще 5-6 таких планет, як наша. Таким чином, промислове суспільство витратить за кілька сотень років багатства, які накопичувались багато мільйонів років. Але головним його аргументом досягнень матеріального благополуччя є не розкрадання і розвалювання природи, а промисловий і науково-технічний прогрес. На шляху економії енергії стоїть ряд серйозних перепон, серед яких звичний для цивілізації спосіб промислового виробництва і споживання, направлений на систематичну експлуатацію природних багатств, відношення до природи як до працюючої на людину машини, "кнопочний" комфорт, безстримне підвищення матеріального споживання.

На сьогодні одним із самих слабких місць сучасної енергетичної системи є економія енергії. Майже дві третини виробленої енергії не доходить до споживача, розсіюючись у вигляді тепла. Цю невикористану енергію можна рахувати за потужне альтернативне джерело.

В останні роки країна переживає катастрофічну енергетичну кризу, пов'язану з відсутністю власних традиційних енергоносіїв, більшу їх частину ми експортуєм з інших країн. Одним із найефективніших шляхів виходу з цієї кризи є сувора всебічна економія енергії на всіх стадіях і рівнях її виробництву і використання. Жорсткі умови економного витрачання енергії застосовували в США, Європі, Китаї та інших країнах. Так, у Румунії, наприклад, свого часу телебачення працювало годину на добу, населення і виробничі споживачі отримували теплову і електричну енергію по

надмінімальних лімітах, а на порушників накладались великі штрафи і їх відключали від загальних мереж. У багатьох країнах у критичних ситуаціях на певні періоди відключаються від електромережі цілі міста і області, що увійшло сьогодні і в наше повсякденне життя. Але ці міри тимчасові і вони проблем з енергією не вирішують, а тільки адміністративно пом'якшують ситуацію на певний період.

В Україні становище з енергією сьогодні ускладнене ще й багатьма іншими факторами. Наша промисловість є надзвичайно енергоємною; сільське і комунальне господарство використовують енергію нераціонально; теплова енергія, газ, вода відпускаються споживачам без лічильників, тобто без обліку, одночасно економіка проходить структурну перебудову; всі електричні і теплові системи належать державі; все виробництво і споживання енергії в недалекому минулому були розраховані на використання надзвичайно "дешевих" енергоносіїв Радянського Союзу. Зараз слід усвідомити, що "велика" економія енергії починається з кожної конкретної електролампочки, радіатора опалення, газової плити, водорозбірного крана, виробничого і побутового обладнання, кожної людини. Розглянемо найпростіші способи економії енергії споживачами.

У побуті важко уявити життя без електропобутових приладів, яких нині використовується до 400 найменувань. У вечірні години різко зростає споживання електроенергії в побуті, коли включені майже всі електропобутові прилади. У цей період енергосистеми перевантажені, особливо в зимовий період, коли увімкнуто багато електронагрівальних приладів. Це не тільки значні проблеми для електросистем, але й значні витрати з сімейного бюджету. Але досить часто ці прилади працюють без потреби. Так, якщо в нас біля 20 млн. телевізорів, які працюють 3-4 години на добу, то вони споживають 4 млрд. кВт/год. 'електроенергії в рік. Скоротивши час роботи телевізора на 8 хвилин на добу, ми економимо біля 200 млн. кВт/год. електроенергії. Одного заощадженого кіловата вистачає для виробництва 5 кг рослинного масла, 14 кг борошна, ЗО кг хлібобулочних виробів. Всього по країні на побутові потреби витрачається до 45 % електроенергії від загального її споживання.

Велика витрата електроенергії в побуті йде на освітлення приміщень. Для її зменшення необхідно застосовувати місцеве освітлення кожної функціональної зони.

Де є можливість, треба широко застосовувати економічніші люмінесцентні лампи замість ламп розжарювання. Раціональне розміщення загального і місцевого освітлення в кімнаті до 20 м2, дозволяє знизити витрату електроенер-Г11 на 200 кВт/год. за рік. Забруднення ламп і плафонів знижує освітленість на 10-15 %, а забруднені вікна на ЗО %. Своєчасне їх миття дає хороший економічний і естетичний ефект.

Значну кількість енергії споживають електроплити. Для зменшення їх витрат, їжу готують в чавунному або стальному штампованому посуді, покритому емаллю по всій поверхні, крім зовнішньої сторони дна. Це дозволяє економити до 20 % електроенергії. Дно посуду повинно бути товстим (5-7 мм), рівним діаметру конфорки, сухим. У противному разі перевитрати енергії будуть складати 40-60 %. Плиту необхідно вмикати раніше, ніж ставиться посуд, а вимикати до закінчення приготування їжі. Низьку корисну дію мають звичайні штамповані конфорки в порівнянні з трубчатими нагрівачами. Найбільш економічні плитки з ситаловим покриттям, вони економлять до 200 кВт/год. електроенергії на рік.

Для зменшення витрат енергії холодильником потрібно своєчасно його розморожувати, слідкувати за станом ущільнювача дверцят, не тримати його довго відкритим.

Хороші результати для економії електроенергії в побуті дають електронні світлорегулятори, електротаймери і реле часу.

На опалення приміщень витрачається четверта частина палива, що споживається в країні, з них 80 % - у житлових будинках. Незважаючи на це, тепла постійно і гостро не вистачає, особливо в останні роки. А втрати його в навколишнє середовище при цьому складають більше ЗО %.

За підрахунками спеціалістів, працівники житлово-комунального господарства і мешканці без значних капітальних витрат можуть знизити втрати тепла на 5-10 %. Ці втрати тепла значно зростають через негерметизовані вікна і двері, неізольовані і затоплені теплотраси, неякісні ремонти котельного і допоміжного обладнання.

До 40 % тепла, що поступає в приміщення, втрачається зимою через вікна. Значно зменшити ці втрати можна шляхом встановлення додаткового скла. Третє скло

закріплюють за допомогою додаткової рами, зробленої з дерев'яних брусків, і двох фіксаторів. Можливий варіант кріплення скла прямо до рами гвіздками і герметизація його віконною замазкою. Хороший тепловий ефект дає також поліетиленова плівка, встановлена перед вікном і закріплена планками до рами. Значна кількість тепла економиться завдяки ущільненню вікон і обклеюванню їх папером в два шари. Так, для п'ятиповерхового будинку з загальною площею вікон і дверей балконів 1.000 м2 загальна економія тепла становить 160 Гкал на рік. До ЗО % тепла заощаджується завдяки герметизації щілин між коробками вікон і стін. Балконні і вхідні двері утеплюються паролоном, щільною матерією, шкірзамінником. Добре тримають тепло штори з цупкої тканини, які щільно прилягають до стін і вікон. Половина тепла, яке втрачається через вікна, затримує скло, вкрите тонкою плівкою двоокису олова.

Багато тепла втрачається через стіни за опалювальними приладами. Якщо вони стоять у нішах, теплові витрати збільшуються на 3-4 % від тепловіддачі приладів. Для зменшення цих втрат за опалювальними приладами наклеюють тонкий шар ефективної теплоізоляції.

Глухі стіни, що виходять на вулицю, утеплюються килимами, звукоізолюючими шпалерами, гофрокартоном, паролоном.

Прикриваючи на зиму вентиляційні отвори в квартирах, економиться до 15 % теплової енергії.

Збільшити тепловіддачу радіаторів можна за допомогою обдування їх невеликим вентилятором.

Завдяки проведенню всіх робіт по збереженню тепла в житлових приміщеннях економиться до семи тонн вугілля за опалювальний сезон.

У громадських місцях велика кількість тепла втрачається, крім перерахованих вище причин, через вхідні двері, крізь які проходить значна кількість людей. Для зменшення цих втрат ефективно встановлювати подвійні двері, сезонні вхідні тамбури, теплові штори з цупкої, щільної матерії, теплові завіси з вентильованого теплого повітря.

Широкого використання набуло в побуті застосування природного газу, який має багато переваг над іншими енергоресурсами. Сьогодні наша країна імпортує 80.%

природного газу, що катастрофічно погіршує економічне становище в господарстві. Оплата за цей газ становить понад один мільярд доларів за рік, що на сучасному етапі є непомірним фінансовим тягарем для промислових, виробничих і побутових споживачів. Для виходу з такого становища є кілька шляхів, один з найефективніших - це раціональне використання газу і його повсюдна економія.

У зв'язку з тим, що в побуті практично відсутні газові лічильники, витрати перевищують розумні потреби майже на 15%. Якщо всі сім'ї, що споживають природний газ, зменшать його витрати на 1 %, то за рік буде зекономлено більше 40 млн. м3 газу.

Нагадаємо основні правила економного витрачання газу в побуті. Наливати воду в чайник або каструлю треба не більше, ніж потрібно на даний момент часу.

Готувати їжу потрібно на мінімальному вогні, а доводити до кипіння на великому.

Запалювати плитку потрібно, коли посуд стоїть на плиті і всі продукти готові для приготування їжі. Після приготування їжі плитку виключають, навіть якщо її потрібно знову запалити через кілька хвилин.

Діаметр посуду повинен відповідати тепловій потужності пальників і встановлювати посуд на них потрібно по центру.

Газову плитку не можна використовувати для опалення, по-перше, це не ефективно, а по-друге, шкідливо для здоров'я.

Газові печі слід палити два рази на добу не більше 2 годин. Опалювальні котли повинні працювати на мінімальній витраті газу у відповідності до зовнішньої температури повітря, для цього їх обладнують автоматикою. Надлишок повітря також підвищує витрату газу на опалення. Полум'я на газових установках повинно бути голубим, без киптявих язиків, не відриватись від вогняних отворів пальників.

У газовому водонагрівачі треба підтримувати необхідну температуру, не перевищуючи її.

тічних вод та обробки затриманих забруднень [8]. Технологічний процес проходить дві стадії очистки:

1. Механічне очищення;

2. Біологічне очищення.

Для подальшого дослідження використання активного мулу в якості субстрату для отримання біогазу виникла необхідність в отриманні хімічного складу та об’єму. В результаті були надані дані з хімічної лабораторії представлені в таблиці 5.1 [8].

Таблиця 2.1 – Дані аналізу стічної води від 17 квітня 2017р.

№ П/п	Найменування показника	Одиниці виміру	Методика Визначення	Гранично допустимі норми	Результат дослідження
1	2	3	4	5	6
1	Запах при 20º	Бали	ДСТУ 3351	Не більше 2	0
2	Запах при 60º	Бали	ДСТУ 3351	Не більше 2	Сторонній-1 б.
3	Смак	Бали	ДСТУ 3351	Не більше 2	Сторонній-1 б.
4	pH	Од рн	ДСТУ 4077	Від 6,5 до 8,5	7,18
5	Амоній	Мг/дм³	ГОСТ 4192	Не більше 0,5	0,58
6	Нітрити	Мг/дм³	ГОСТ 4192	Не більше 0,5	0,036
7	Нітрати	Мг/дм³	ГОСТ 18826	Не більше 50,0	6,3
8	Загальна жорсткість	Ммоль /дм³	ГОСТ 4151	Не більше 7,0	9,6
9	Хлориди	Мг/дм³	ГОСТ 4245	Не більше 250,0	105,0
10	Сульфати	Мг/дм³	ГОСТ 4389	Не більше 250,0	86,8
11	Сухий залишок	Мг/дм³	ГОСТ 18164	Не більше 1000,0	550,0
12	Залізо 2-х валентне	Мг/дм³	ГОСТ 4011	Не нормується	0,1
12	Залізо заг.	Мг/дм³	ГОСТ 4011	Не більше 0,2	0,17
13	Марганець	Мг/дм³	ГОСТ 4974	Не більше 0,05	0,04
14	Лужність загальна	Ммоль /дм³	ГОСТ 23268	Не більше 6,5	5,4
15	Кальцій	Мг/дм³	ГОСТ 6058	Не більше 130,0	152,3
16	Магній	Мг/дм³	ГОСТ 6059	Не більше 80,0	24,32
17	Калій + натрій	Мг/дм³	ГОСТ 23268	Не більше 200,0	18,4
18	Окислюваність	Мг/о2дм3	ГОСТ 23268	Не більше 5,0	4,24
19	Кольоровість	Градуси	ГОСТ 3351	Не більше 20º	25º
20	Каламутність	Мг/дм³	ГОСТ 3351	Не більше 0,5	3,2
21	Кремній	Мг/дм³	РД 52.24.432.	Не більше 10,0	4,7
22	Цинк	Мг/дм³	ГОСТ 18293	Не більше 1,0	0,16
23	Алюміній	Мг/дм³	ГОСТ 18165	Не більше 0,5	0,02
24	Мідь	Мг/дм³	ГОСТ 4388	Не більше 1,0	0,1

В таблиці 5.2 надані дані щодо витрат стічних вод через перерізи трубопроводів, а також наданий сумарний об’єм стічних вод за день.

Таблиця 5.2 – Витрати мулу через переріз трубопроводів

	Через первинний відстійник		Через вторинний відстійник		**Сумарно**	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Час	**$м^3$**	**$м^3$/год**	**$м^3$**	**$м^3$/год**	**$м^3$**	**$м^3$/год**
12:45	3,962	15,848	2,291	9,164	6,253	25,012
13:15	5,541	22,164	4,737	18,948	10,278	41,112
13:30	6,788	27,152	4,711	18,844	11,499	45,996
13:45	6,665	26,66	3,594	14,376	10,259	41,036
14:00	4,859	19,436	6,462	25,848	11,321	45,284
14:15	5,351	21,404	3,431	13,724	8,782	35,128
14:30	7,363	29,452	2,868	11,472	10,231	40,924
14:45	6,934	27,736	3,502	14,008	10,436	41,744
15:00	7,715	30,86	4,226	16,904	11,941	47,764
11:15	4,662	18,648	3,817	15,268	8,479	33,916
11:30	3,435	13,74	4,33	17,32	7,765	31,06
11:45	5,519	22,076	4,873	19,492	10,392	41,568
12:00	4,606	18,424	4,008	16,032	8,614	34,456
12:15	5,588	22,352	3,949	15,796	9,537	38,148
12:30	5,202	20,808	4,234	16,936	9,436	37,744
12:45	3,71	14,84	4,146	16,584	7,856	31,424
13:00	6,564	26,256	4,167	16,668	10,731	42,924
13:15	4,616	18,464	4,408	17,632	9,024	36,096
13:30	4,852	19,408	4,347	17,388	9,199	36,796
13:45	4,738	18,952	4,534	18,136	9,272	37,088
14:00	3,896	15,584	4,21	16,84	8,106	32,424
	342,095		**862,43**		**1204,574**	

5.2. Постановка задачі моделювання

Плантації верби чудово переносять високу вологість грунту і висаджуються у березні - квітні саджанцями завдовжки 0,18-0,25 м і завтовшки мінімум 7-8 мм (до 12 мм) у розрахунку 13-18 тис. шт/га, рядами на відстані 0,70-0,75 м на глибину близько 90% довжини саджанця. Вибір густоти посадки саджанців, навіть до 30 тис. шт/га, залежить від

передбачуваної частоти збору врожаю з плантації. Саджанці занадто тонкі, легко ламаються під час садіння в землю і гірше переносять недостатню вологість у початковій стадії.

Саджанці перед садінням необхідно зберігати при температурі від -2 до -4°С, щоб запобігти висиханню окрім того, їх кінці обробляють парафіном. Для зберігання саджанців використовують пакети з фольги. Перед садінням саджанці слід поступово довести до температури навколишнього середовища +2...+4 °С (на полі). Рекомендоване 48-годинне замочування черенків (до половини своєї довжини) - у воді. Саджанці повинні мати не менше 5-6 бруньок, а після посадки, згідно з "полярністю", дві бруньки повинні знаходитись над поверхнею грунту. Крім трудомісткого ручного садіння, використовуються машини для садіння розсади продуктивністю в декілька гектарів за день, а також висаджують короткі саджанці (довжиною 50-100 мм) в попередньо зроблені борозни і прикривають їх шаром землі. Спеціальні 4-рядні саджалки до садіння верби досягають продуктивності близько 1 га/год, при цьому використовуються довгі пагони рослин, які розрізаються на частини під час садіння. У випадку передбачуваного механічного збирання верби ширина поворотної смуги не повинна бути меншою 6 м.

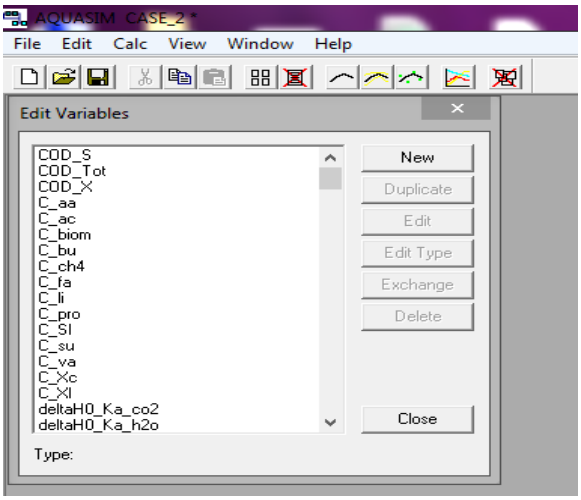

Рисунок 5.1 – Зовнішній вигляд діалогового вікна «Edit Variables»

Плантації верби чудово переносять високу вологість грунту і висаджуються у

березні - квітні саджанцями завдовжки 0,18-0,25 м і завтовшки мінімум 7-8 мм (до 12 мм) у розрахунку 13-18 тис. шт/га, рядами на відстані 0,70-0,75 м на глибину близько 90% довжини саджанця. Вибір густоти посадки саджанців, навіть до 30 тис. шт/га, залежить від передбачуваної частоти збору врожаю з плантації. Саджанці занадто тонкі, легко ламаються під час садіння в землю і гірше переносять недостатню вологість у початковій стадії.

Саджанці перед садінням необхідно зберігати при температурі від -2 до -4°С, щоб запобігти висиханню окрім того, їх кінці обробляють парафіном. Для зберігання саджанців використовують пакети з фольги. Перед садінням саджанці слід поступово довести до температури навколишнього середовища +2...+4 °С (на полі). Рекомендоване 48-годинне замочування черенків (до половини своєї довжини) - у воді. Саджанці повинні мати не менше 5-6 бруньок, а після посадки, згідно з "полярністю", дві бруньки повинні знаходитись над поверхнею грунту. Крім трудомісткого ручного садіння, використовуються машини для садіння розсади продуктивністю в декілька гектарів за день, а також висаджують короткі саджанці (довжиною 50-100 мм) в попередньо зроблені борозни і прикривають їх шаром землі. Спеціальні 4-рядні саджалки до садіння верби досягають продуктивності близько 1 га/год, при цьому використовуються довгі пагони рослин, які розрізаються на частини під час садіння. У випадку передбачуваного механічного збирання верби ширина поворотної смуги не повинна бути меншою 6 м.

Місткість ферментатора визначається за формулою[4]:

$$V = \frac{M \cdot 100}{Д} = \frac{862{,}4 \cdot 100}{15} = 5749{,}3 м^3, \quad (4)$$

де М – загальна кількість мулу , що надходить в метантенк, $м^3$/добу;

Д – добова доза завантаження осаду в метантенк, %

(приймаємо 15 %) відповідно до ДБН.2.04.03-85.

Сільськогосподарська біомаса, що використовується як паливо, має низьку особливостей, які відрізняють її від традиційних енергоресурсів, що застосовуються для опалення. Деякі з характеристик твердого біопалива, передусім зовнішні (щільність, розміри часток, специфічність поверхні) через подрібнення та ущільнення можуть бути змінені, проте його основні паливно-технологічні характеристики прийнято розглядати як сталі.

Біомасу, як первинну енергетичну сировину, використовують у незмінній формі для прямого спалювання або ж попередньо піддають хімічній переробці. Зокрема, це стосується насіння олійних рослин, $щ_0$ переробляється на етерифіковані олії, картоплі і зерна, які є сировиною для виробництва етилового спирту як добавки у бензини тощо.

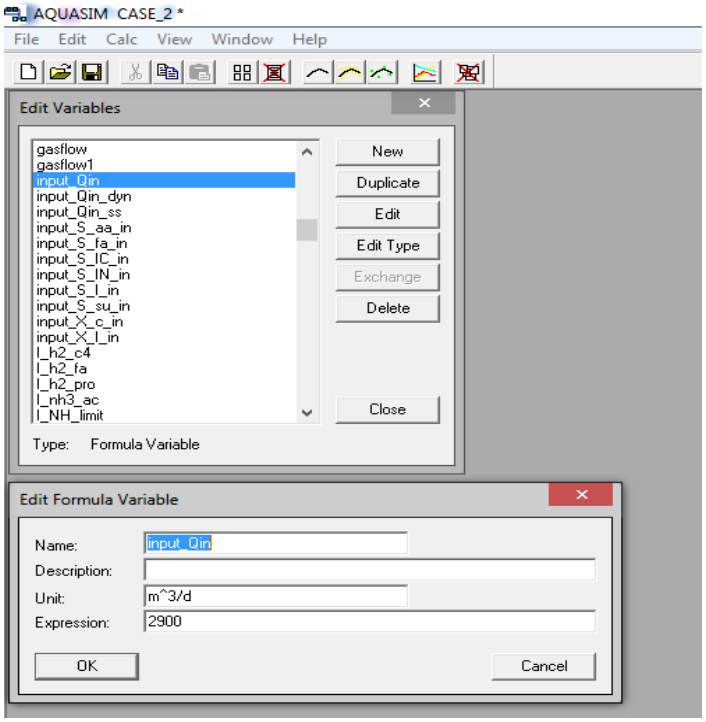

Рисунок 5.2 – Діалогове вікно «Edit Formula Variable»

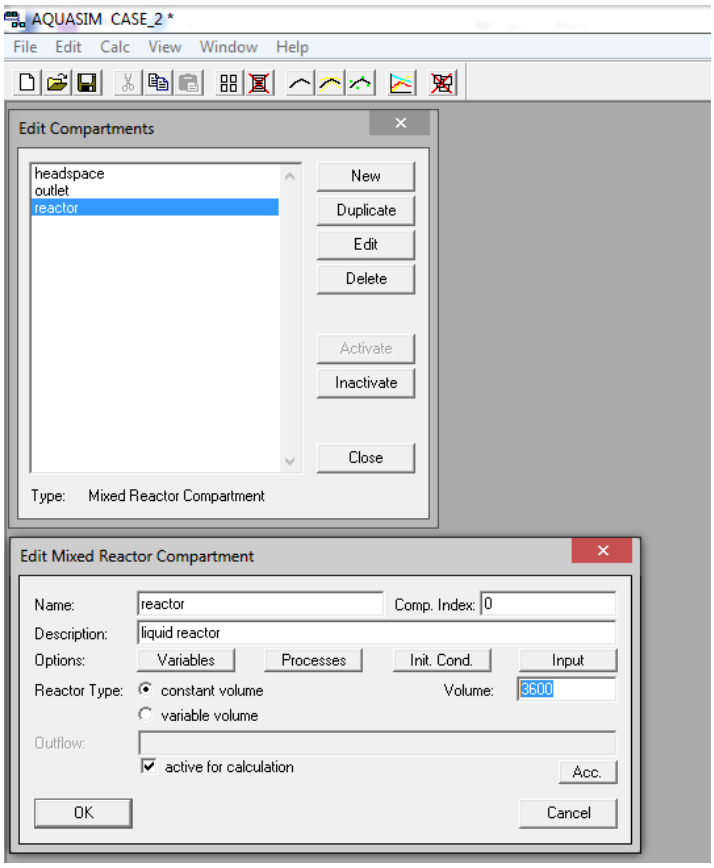

Рисунок 5.3 – Діалогове вікно « Edit Compartments »

Після задання всіх параметрів необхідних для розрахунку запускаємо розрахунок.

5.2 Результати розрахунків

Під час сухої ферментації близько 60% органічних речовин біомаси перетворюється в біогаз. Залишок, що перебродив, можна з успіхом використовувати як добриво. Це визнають як перевагу сухої ферментації біомаси над її спалюванням. З одного кілограма сухої маси вищеназваних продуктів можна отримати близько 0,35-0,50 м^3 біогазу з енергетичною цінністю, близькою до біогазу з гноївки. Найбільшу кількість біогазу отримують із зеленого корму лучних трав, що вирощуються на площах під паром, найменшу - з соломи.

Установки для виробництва біогазу сухим методом потребують інших технічних та технологічних рішень у порівнянні з виробництвом біогазу з гноївки, але,

враховуючи значення цієї технології для господарств середньої величини, вони знаходяться у фазі інтенсивного розвитку.

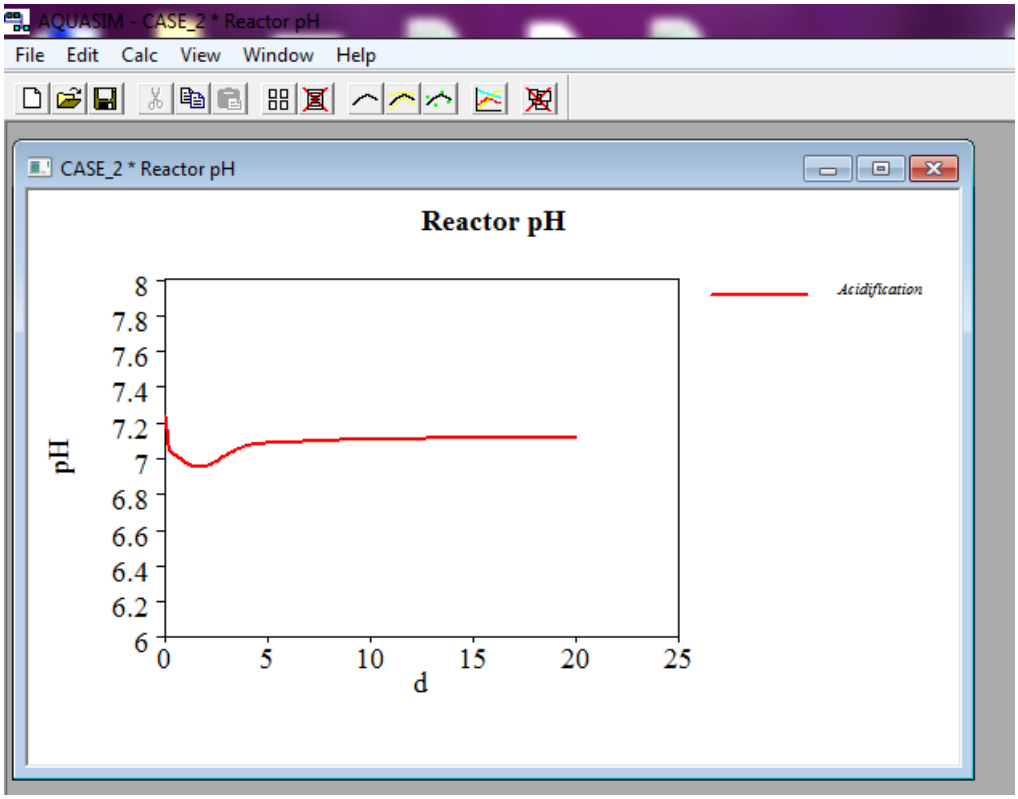

Рисунок 5.4 –Характер зміни pH від періоду тривалості процесів бродіння

Концентрація вмісту жирних кислот, що в свою чергу негативно впливають на вихід газу показана на рис.5.6 [8]. Потенційними джерелами енергетичної органічної сировини є всілякого роду побічні продукти та відходи, що виникають в результаті переробки рослинної та тваринної біомаси. Це жом із фруктів, який утворюється під час виробництва соків, качани кукурудзи, тваринні жири з бойні та переробних підприємств, а також відходи, утворені при підготовці овочів та фруктів для заморожування або сушіння. Всі ці та інші побічні продукти, як енергетична сировина, мають лише місцеве значення, і в більшості випадків потребують індивідуальних технологій та техніки для їх використання.

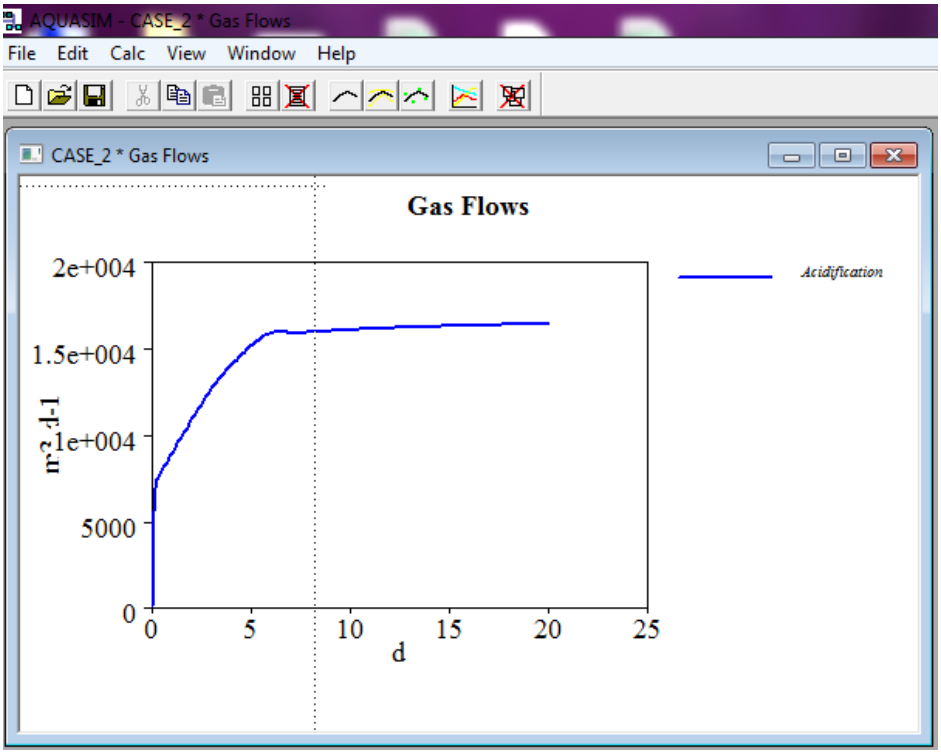

Рисунок 5.5 – Залежність виходу біогазу від тривалості процесів бродіння

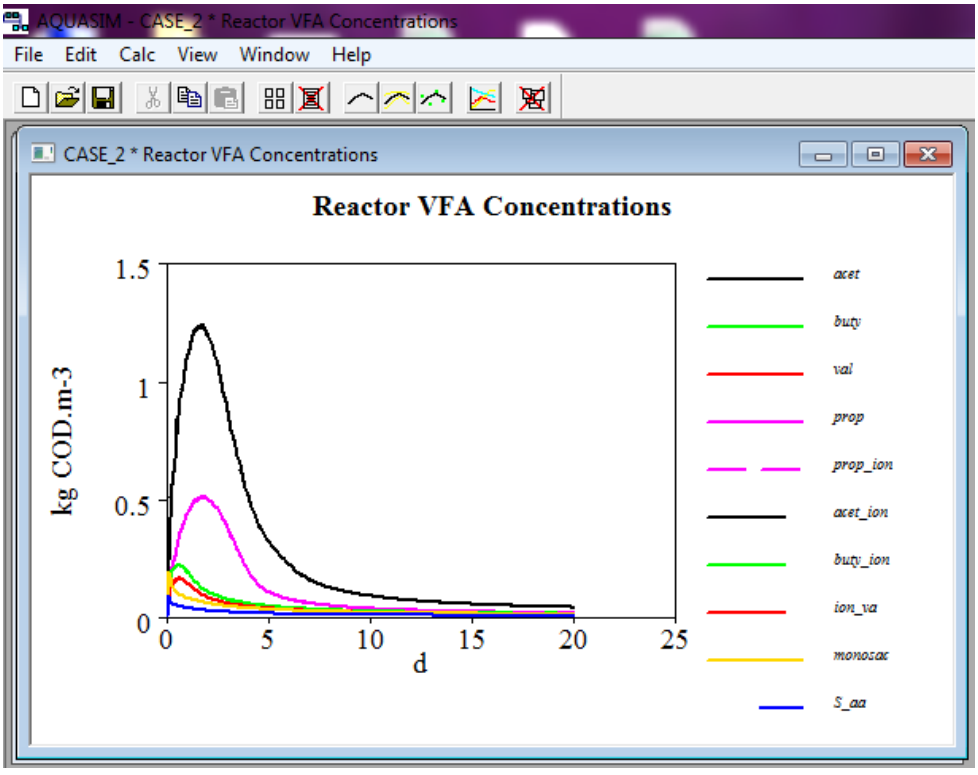

Рисунок 5.6 – Залежність вмісту жирних кислот від тривалості процесів бродіння

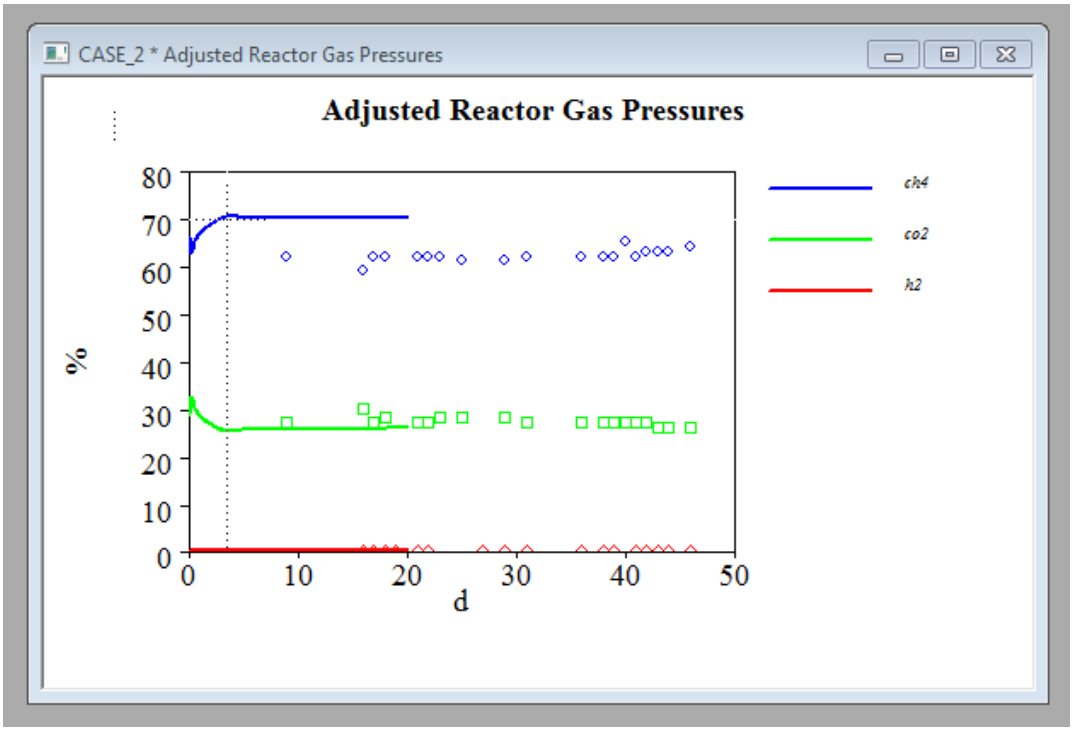

Рисунок5.7 – Склад газу від тривалості процесів бродіння

В районах вирощування насіннєвої кукурудзи використовують качани як тверде паливо у спеціальних печах. Енергетична цінність качанів при вологості не вище 20% становить 13 МДж/кг. Відходи жирів є цінною добавкою в процесі біоконверсії гноївки в біогаз, а меляса є сировиною для виробництва біоетанолу та бутанолу. Слід сподіватись, що з розвитком технологій компостування енергетичне використання побічних продуктів та відходів втратить енергетичне значення.

РОЗДІЛ 6. РОЗРОБКА МОДЕЛІ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

6.1 Аналіз роботи системи обігріву метантенку

Субстрат постійно перемішується за допомогою низькошвидкісних механічних мішалок (3), що гарантує повне і дбайливе перемішування [8].

Вважається, що одна людина щоденно "створює" приблизно один кілограм комунальних відходів, причому десь на 40% вони складаються з органічних речовин. У Польщі, наприклад, лише 10% з числа приблизно 1000 складів комунальних відходів оснащені установками видалення газів. Осади, утворені у відстійниках комунальних стоків, після висихання мають близьку до торфу та бурого вугілля енергетичну цінність.

На практиці вони майже виключно застосовуються як додаток до традиційних викопних твердих палив. З цієї причини вони спалюються в печах міських очисних станцій або целюлозно-паперових підприємств - саме там, де утворюється велика кількість технологічних стоків, які виникають в процесі переробки органічної рослинної маси.

Вартість природного газу постійно зростає. У відповідності з цією тенденцією використання цього енергетичного ресурсу поступово скорочується. В цілому за останні п'ять років в агропромисловому комплексі споживання природного газу та електроенергії скоротилося на 9%. При цьому за вказаний період суттєво зросли обсяги виробництва продукції харчової промисловості та сільського господарства.

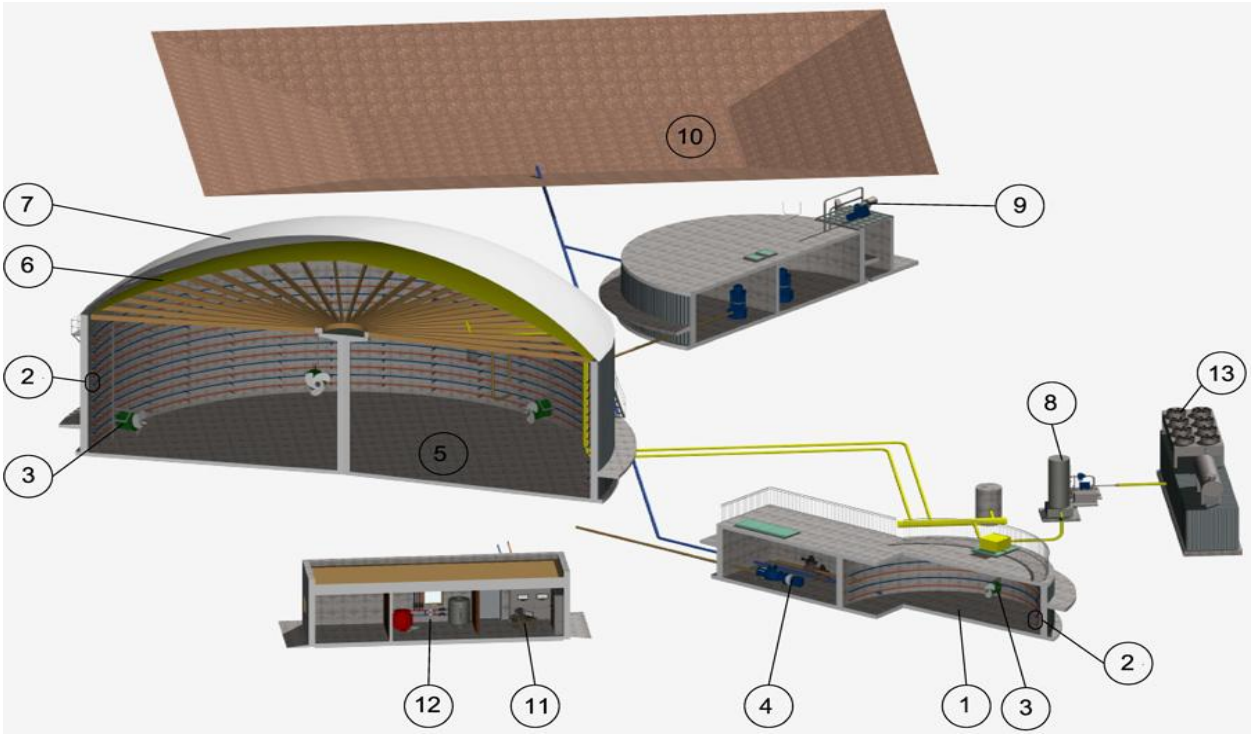

Рисунок 6.1 – Біогазова станція: 1-приймальний резервуар; 2-система обігрівання; 3-механічні мішалки; 4-система подачі біомаси; 5-ферментатор; 6-газгольдер; 7- купол; 8-система газовідведення та газоподачі з системою відведення конденсату та сіркоочищення; 9-сепаратор; 10-лагуна чи резервуар для зберігання рідких добрив; 11- система автоматики, візуалізації процесів і управління; 12- теплопункт; 13- когенератор

Вважається, що одна людина щоденно "створює" приблизно один кілограм комунальних відходів, причому десь на 40% вони складаються з органічних речовин. У Польщі, наприклад, лише 10% з числа приблизно 1000 складів комунальних відходів оснащені установками видалення газів. Осади, утворені у відстійниках комунальних стоків, після висихання мають близьку до торфу та бурого вугілля енергетичну цінність.

На практиці вони майже виключно застосовуються як додаток до традиційних викопних твердих палив. З цієї причини вони спалюються в печах міських очисних станцій або целюлозно-паперових підприємств - саме там, де утворюється велика кількість технологічних стоків, які виникають в процесі переробки органічної рослинної маси.

Вартість природного газу постійно зростає. У відповідності з цією тенденцією використання цього енергетичного ресурсу поступово скорочується. В цілому за останні п'ять років в агропромисловому комплексі споживання природного газу та

електроенергії скоротилося на 9%. При цьому за вказаний період суттєво зросли обсяги виробництва продукції харчової промисловості та сільського господарства.

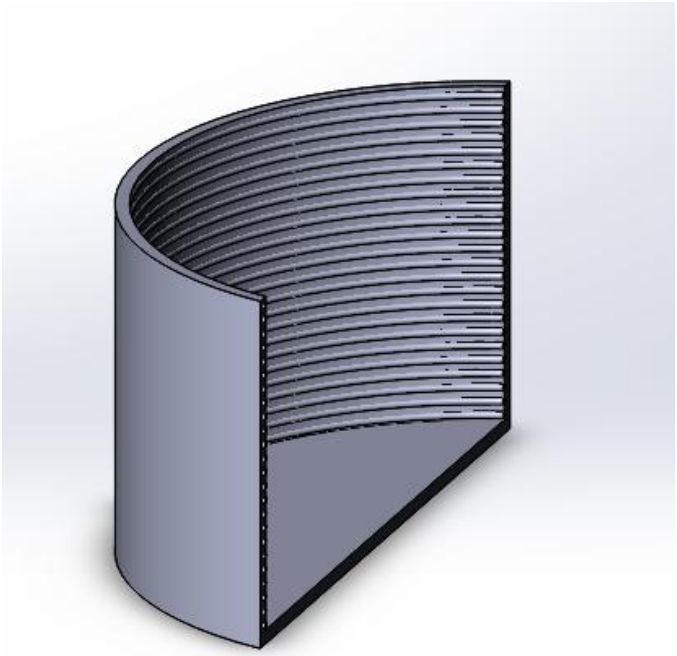

Рисунок 6.2 – Корпус ферментатора

т.

Одним із шляхів доповнення і часткової заміни традиційних видів палива в сільській місцевості є використання біогазу. Важливим аргументом на користь даного джерела енергії є необхідність вирішення на сучасному рівні екологічних проблем, що виникають при утилізації відходів у сільському господарстві. Однією з основних тенденцій у розгортанні екологічно безпечного виробництва продукції рослинництва і тваринництва є розвиток комплексних технологій з використанням процесів метанового зброджування при утилізації біомаси, в результаті чого утворюється біогаз. Для виробництва біогазу придатними є різноманітні відходи агропромислового комплексу, які містять целюлозу та інші цукри. У сільськогосподарських та побутових відходах за певних умов виникають біохімічні процеси, які називаються ферментацією. В результаті ферментації з сільськогосподарських відходів одержують не лише біогаз, але й концентровані органічні добрива, які є цінним продуктом для застосування в сучасних

технологіях вирощування культур - системах органічного землеробства тощо.

Для вирішення даної проблеми можна змінити конструкцію системи підігріву та забезпечити необхідні температурні умови для бродіння шляхом розміщення трубок підігріву на зовнішній поверхні метантенку. Конструкція самого метантенку залишається незмінною, але труби намотуються зовні. Також для зменшення впливу температури зовнішнього середовища на процес підігріву та зменшення втрат теплоти зовні весь метантенк ізолюється [8].

6.2 Комп'ютерне моделювання в програмному середовищі SolidWorks

Для дослідження температурних умов бродіння задаємо температурні параметри для кожного з середовищ, між якими відбувається процес теплообміну, а саме:

1. Температуру мулу приймаємо згідно табл.6.1. Мінімальна температура на вході у вторинний відстійник за опалювальний сезон становить $T_{ст.\ в.}$= 12,8 ºС;

2.Температури води: на вході в нагрівальні трубки $T_{вх.\ в.}$= 80 ºС

Таблиця 6.1 - Температура мулу на очисних спорудах КП ВУВКГ м. Комсомольська в 2016-2017 роках

Месце відб-ора пробы	жовтень 2016 року			листопад 2016 року			грудень 2016 року			січень 2017 року			лютий 2017 року			березень 2017 року			квітень 2017 року		
	макс.	мін.	сер.	макс.	мін.	сер.	макс.	мін.	сер.	макс.	мін.	сер.	макс.	мін.	сер.	макс.	мін.	сер.	макс.	мін.	сер.
		20	22,3	22	17,7	18,8	18,1	17	17,9	19	14,8	17,3	15,5	12,8	13,2	16	14,5	15,2	20,3	15,2	17,8

Особливої актуальності у період вичерпання світових енергоресурсів набувають альтернативні відновлювані джерела енергії. Результати досліджень показують, що рослини є найефективнішими джерелами перетворення енергії сонця через фотосинтез у доступну людству форму енергії. Теоретично обгрунтовано та практично реалізовано основні засади використання енергетичних рослин з надзвичайно високим

продукційним потенціалом для біоенергоконверсії в Україні. Встановлено найперспективніші рослинні джерела біопалива різних напрямів використання

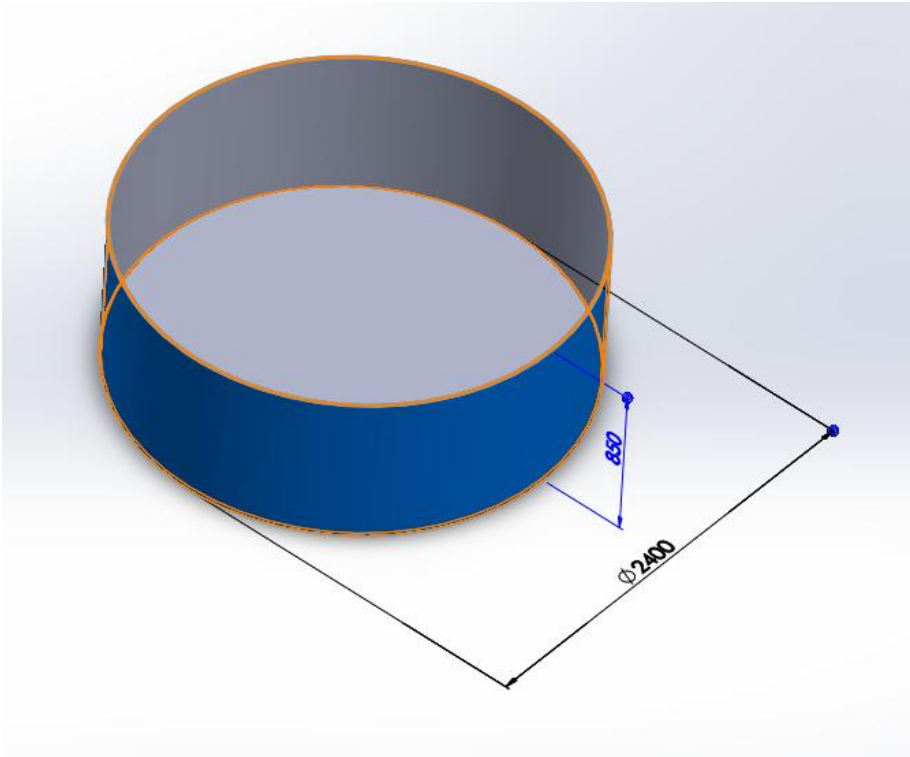

Рисунок 6.3 - Геометричні розміри метантенку

Підвід гарячого теплоносія здійснюється в кожну трубку з однаковими вхідними параметрами.

Головна мета виконаних досліджень полягала в підвищенні ефективності перетворення енергії сонця через фотосинтез зелених рослин в потрібну людству фітосировину для виробництва різних видів біопалива за рахунок підбору високоефективних продуцентів.

Важливим завданням є збереження та збагачення різноманіття енергетичних рослин та оптимізація їх продукційного процесу фітоценотичними, інтродукційними, біотехнологічними, селекційними методами, розроблення сучасних біотехнологічних, селекційно-генетичних основ конструювання нових енергетичних культур та поліпшення існуючих для створення форм рослин з заданими продукційними параметрами

Після створення моделі (рис.6.4) для розрахунків задаємо наступні задачі (рис.6.5, рис.6.6).

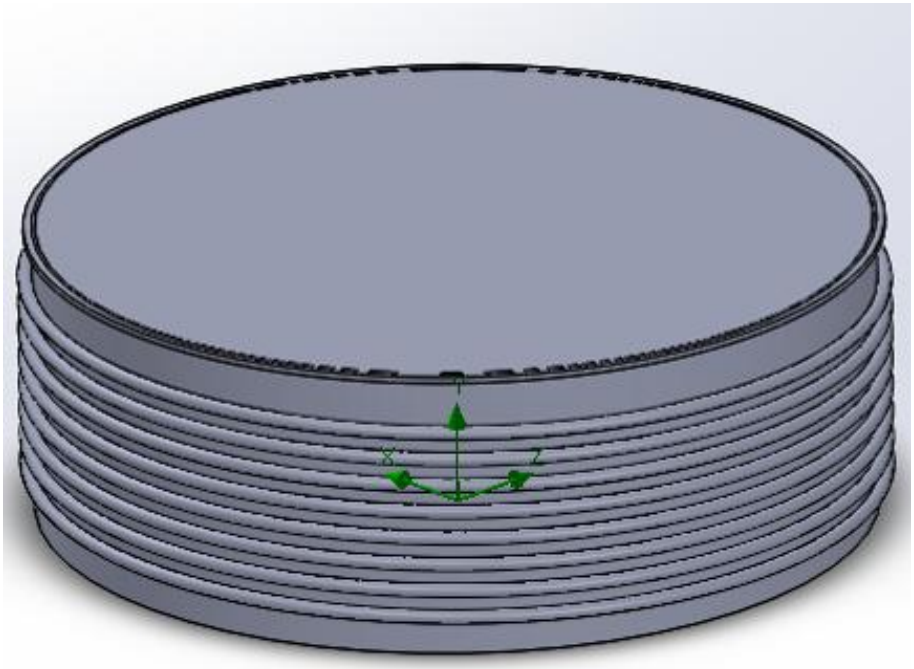

Рисунок 6.4 – Загальний вигляд моделі

Першим кроком в створенні моделі є вибір фізичної моделі процесів, матеріалів та речовин, для яких проводиться розрахунок.

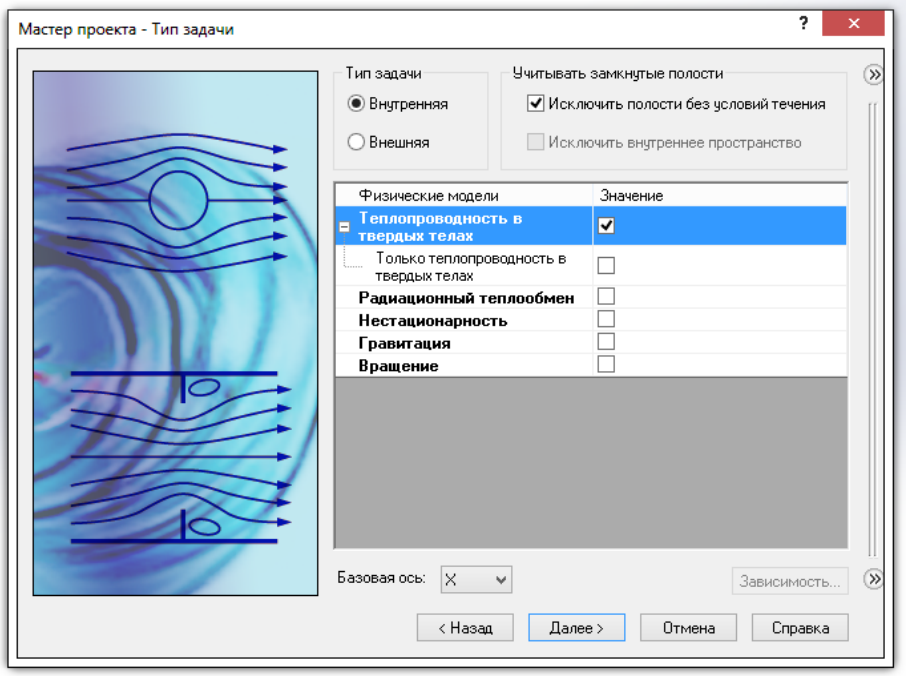

Рисунок 6.5 – Вибір фізичної моделі процесу

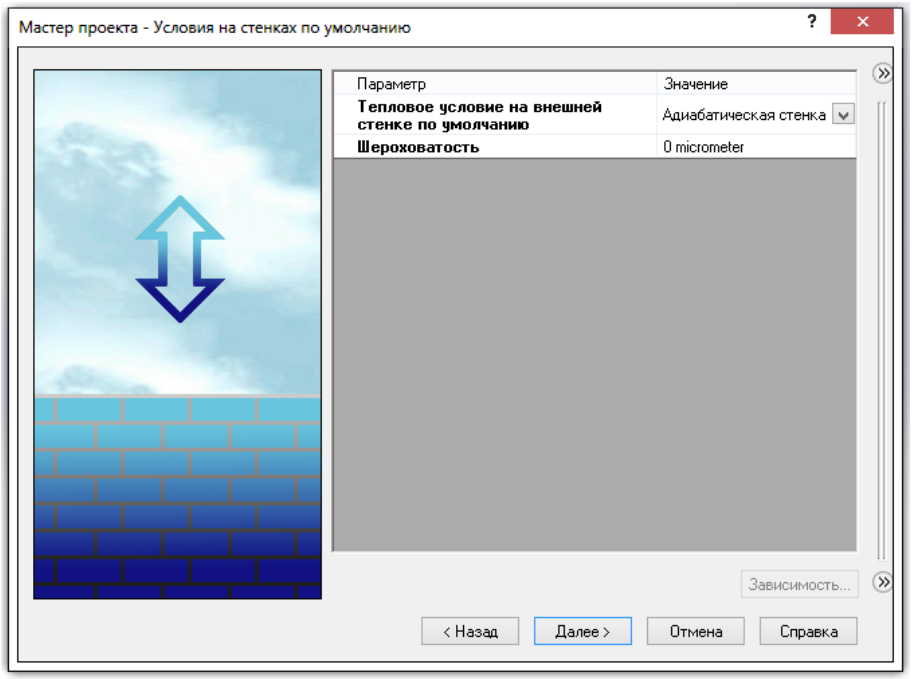

Рисунок 6.6 – Вибір властивостей поверхонь.

Задаємо вихідні умови і запускаємо на розрахунок.
Результати моделювання

Рисунок 6.7 – Характер розподілу температури по висоті стінки ферментатора

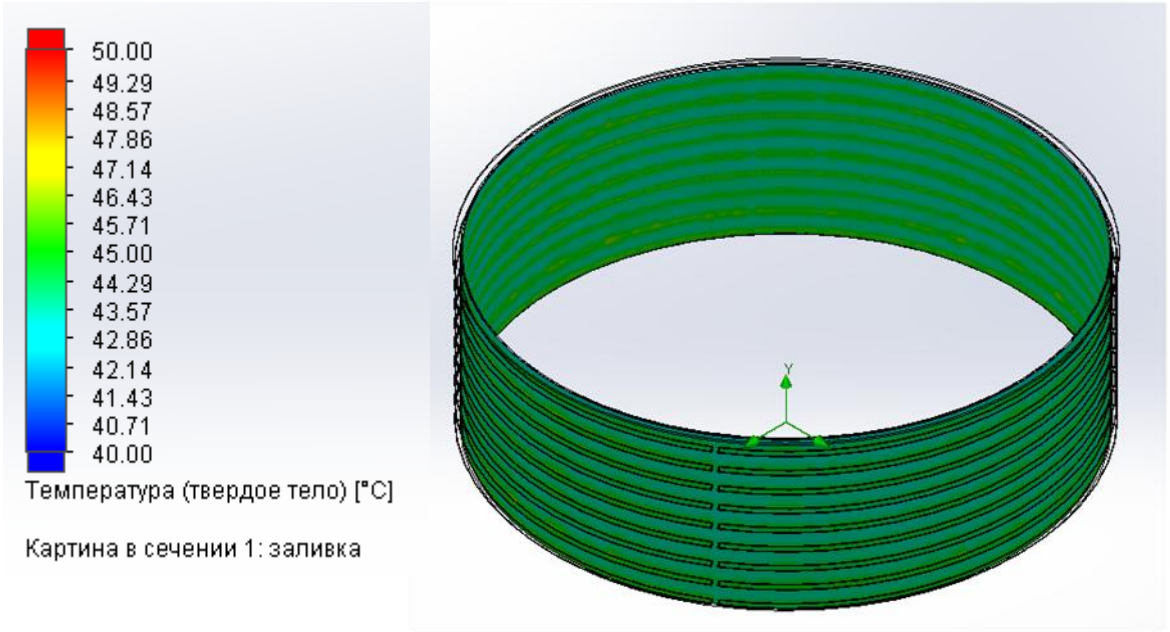

Рисунок 6.8 – Розподіл температури по внутрішній поверхні стінки ферментатора

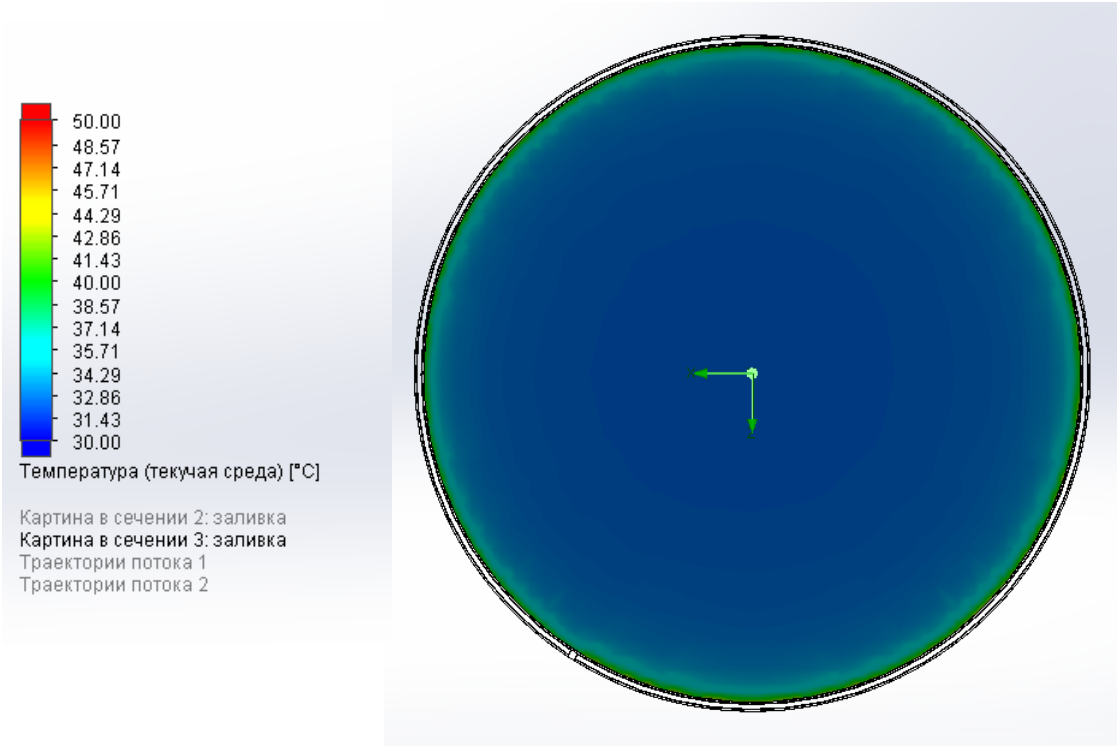

Рисунок 6.9 – Розподіл температури рідини зверху метантенку

Основним джерелом отримання біоенергії є зелені рослини, які через фотосинтез ефективно перетворюють енергію сонця в потрібну людству енергію.

Вчені з Національного ботанічного саду ім. М.Гришка НАН України одними з перших в Україні розпочали вивчення відновлюваних рослинних біоресурсів для енергетичного використання. З початку 90-их років минулого сторіччя проведено комплексні дослідження з мобілізації, оцінки та використання рослинних ресурсів для енергетичного використання. Слід відзначити, що на сьогоднішній день створено генофонд енергетичних рослин різного напряму використання, який є найбагатший не лише в Україні, а й у країнах ЄС.

Поряд з інтродуцентами та малопоширеними культурами, важливе місце в цьому переліку належить власним формам, гібридам та сортам енергетичних рослин, створеним на основі різних селекційних та біотехнологічних методів.

Для вирішення проблеми непрогрітих ділянок поверхні ферментатора зменшуємо крок розміщення між трубками з 100мм до 50мм та проводимо повторне моделювання [8].

Результати моделювання.

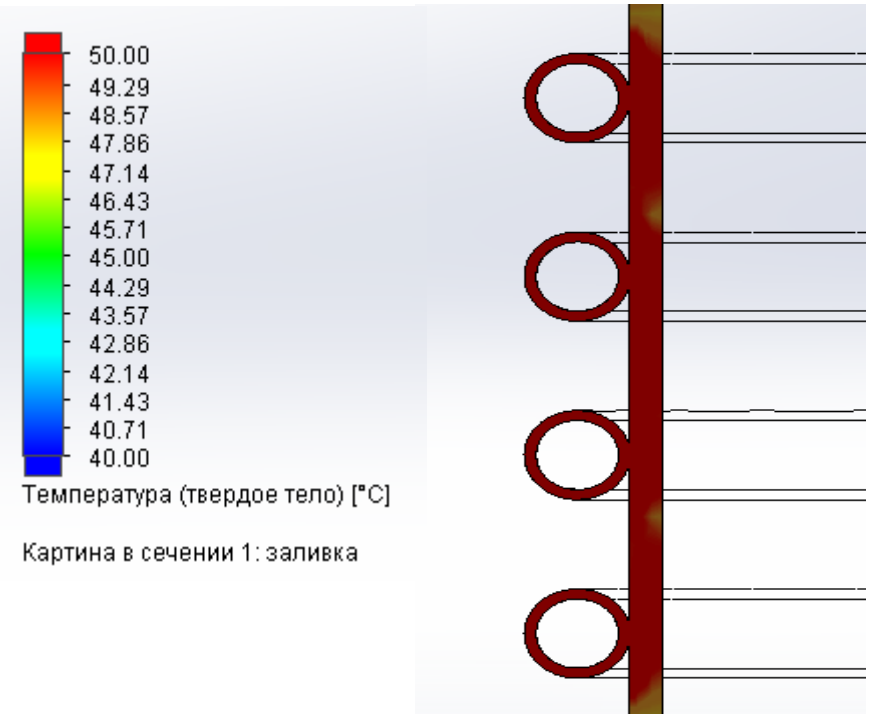

Рисунок 6.10 – Характер розподілу температури по висоті стінки ферментатора

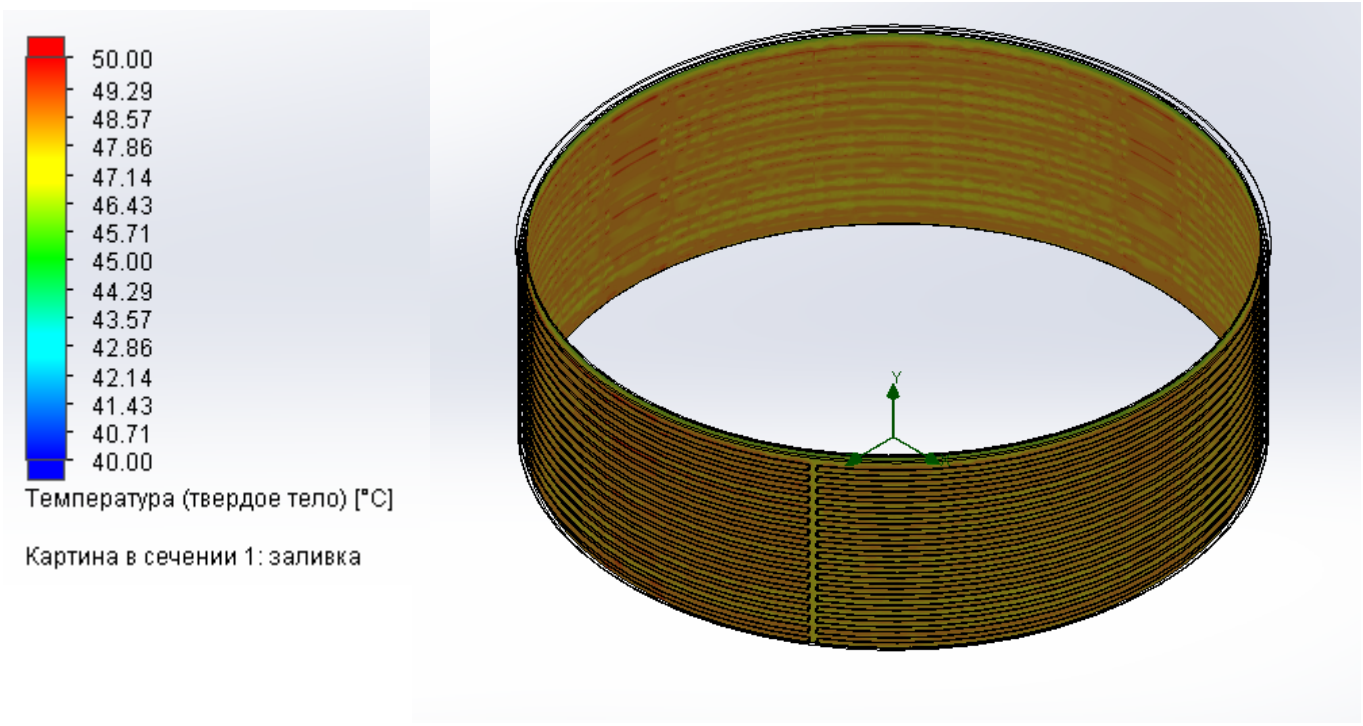

Рисунок 6.11 – Розподіл температури по внутрішній поверхні стінки ферментатора

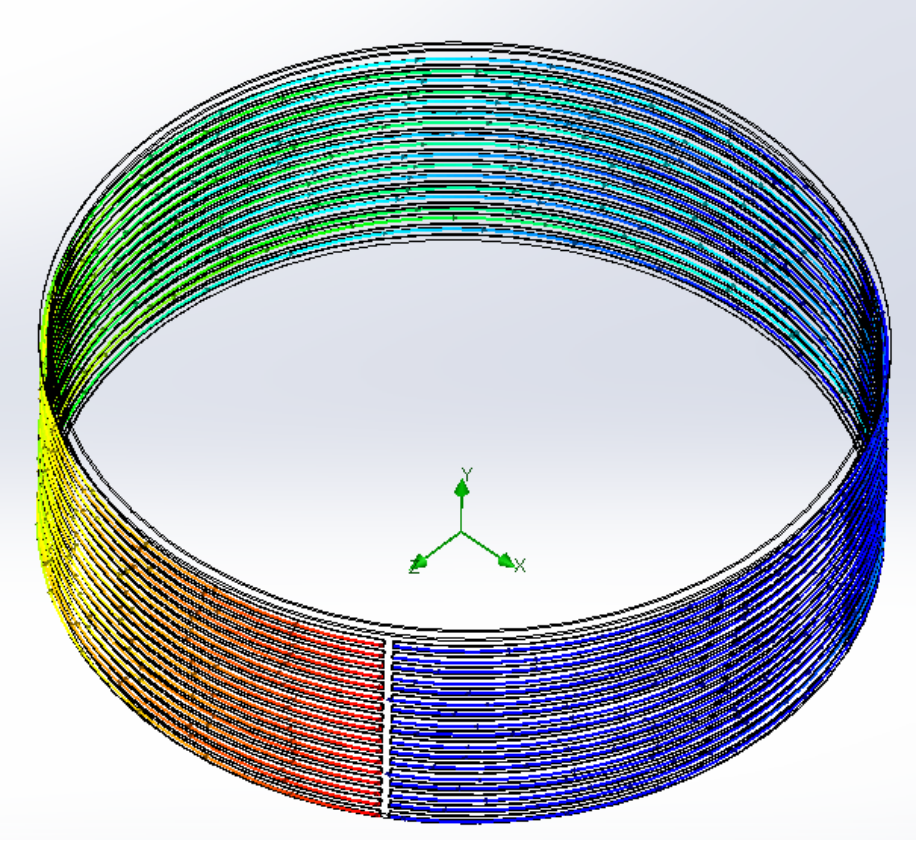

Рисунок 6.12 – Розподіл температури всередині трубок обігріву

Велике різноманіття енергетичних культур дозволяє виробляти певний вид біопалива не за рахунок 1-2 культур, вирощування яких призводить до суттєвих порушень сівозмін та екологічної рівноваги в агроценозах. Ми пропонуємо для вирощування набір культур, які є представниками різних ботанічних родин та використання яких у сівозмінах або поза ними не становить загрози для навколишнього середовища.

На основі вирощування високопродуктивних сортів та гібридів енергетичних культур створено сировинний конвеєр, що дозволяє за рахунок різночасно достигаючих культур продовжити період використання біосировини для виробництва конкретного виду біопалива - від початку вегетаційного періоду до його завершення, а також в пізньоосінній та в зимовий періоди.

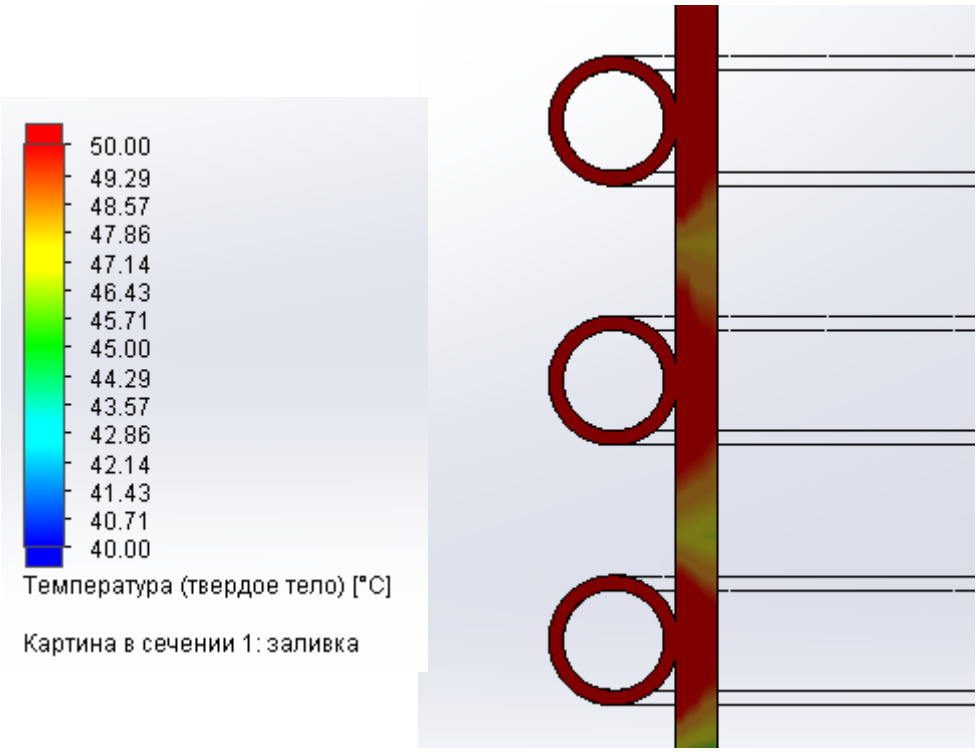

Рисунок 6.13 – Характер розподілу температури по висоті стінки ферментатора (масло)

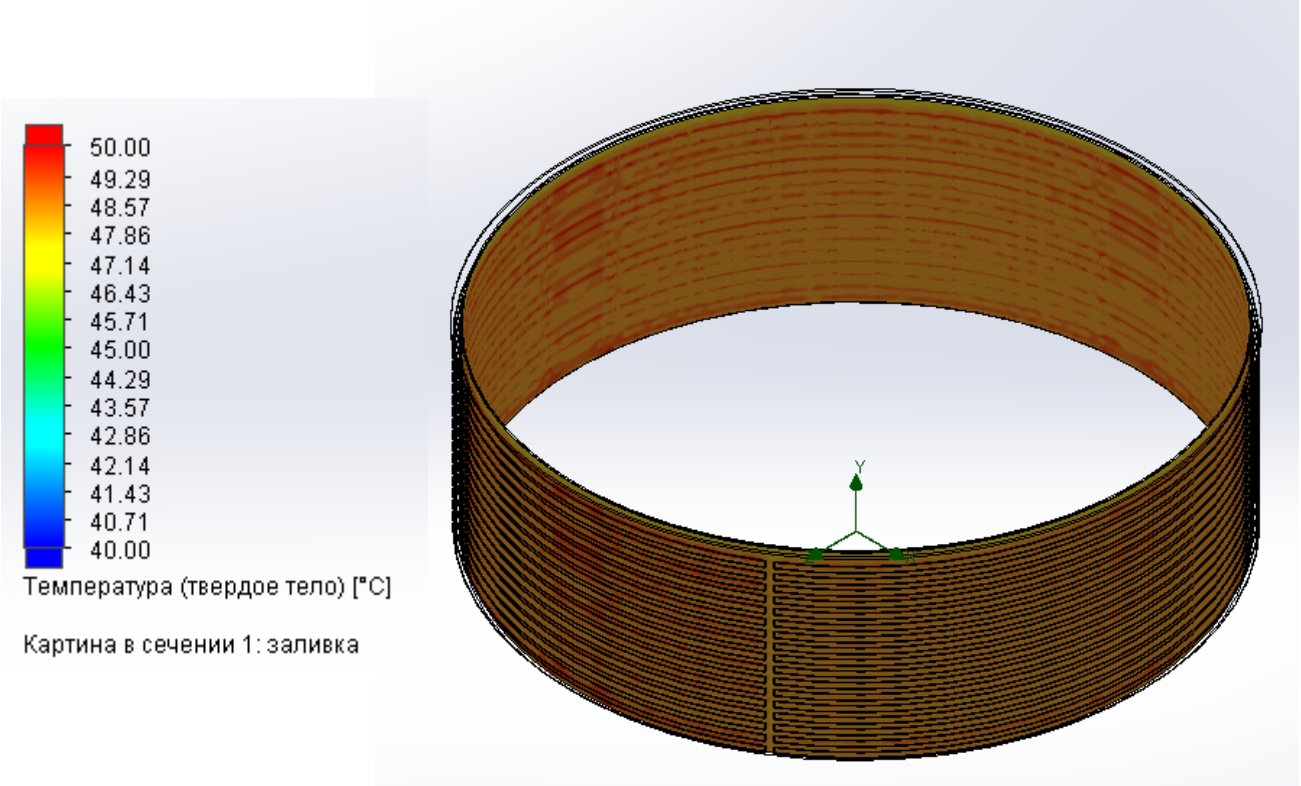

Рисунок 6.14 – Розподіл температури стінки (масло)

Відповідно до результатів моделювання видно, що характер розподілу не змінився в порівнянні з варіантом коли робочою рідиною виступала вода, лише підвищились загальні величини температур по всій поверхні стінки [8].

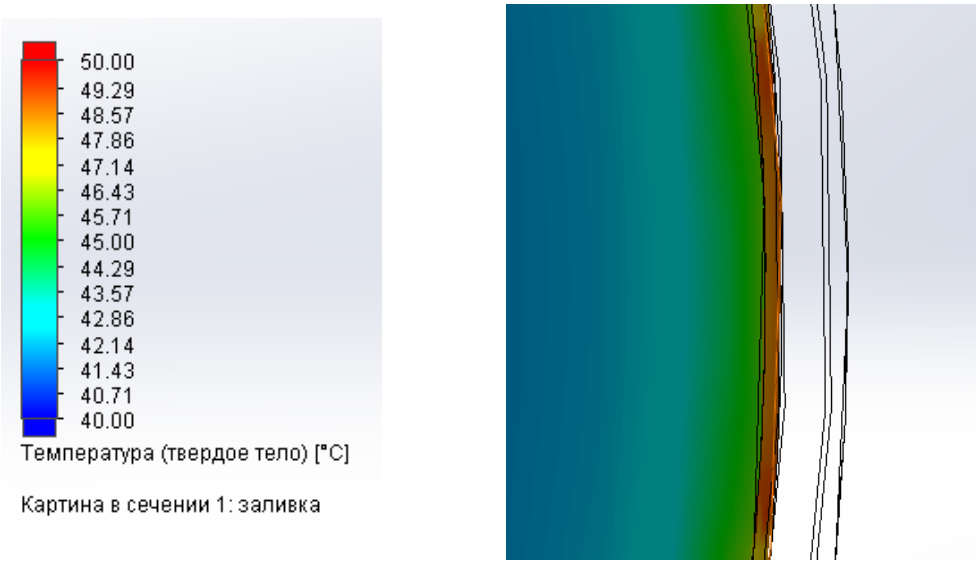

Рисунок 6.15 – Розподіл температури по товщині стінки ферментатора та субстрату

Перевага надається багаторічним рослинам з періодом продуктивного Довголіття 10-20 років, здатних зростати не лише на родючих полях сівозміни, а також на землях, не придатних для вирощування більшості традиційних, особливо продовольчого значення, культур.

Підібрано культури, з екологічної точки зору безпечні для навколишнього середовища, енергетично та економічно високоефктивні, здатні поліпшувати агрономічні та біологічні показники грунту, сприяти зменшенню рівня CO_2 в повітрі. Це рослини, які попереджують ерозійні процеси, захищають поверхню грунту від перегрівання під сонячним промінням триваліший період, коли не здатні вегетувати традиційні
культури, з високими можливостями фотосинтезу. Більшість із запропонованих культур вирізняються виключною посухо- та зимостійкістю, адаптивністю, стійкістю до хвороб, шкідників та бур'янів. Це дозволяє зменшити пестицидне навантаження на агроценози, забезпечити екологічну рівновагу в навколишньому середовищі, а також здешевити собівартість виробленого біопалива.

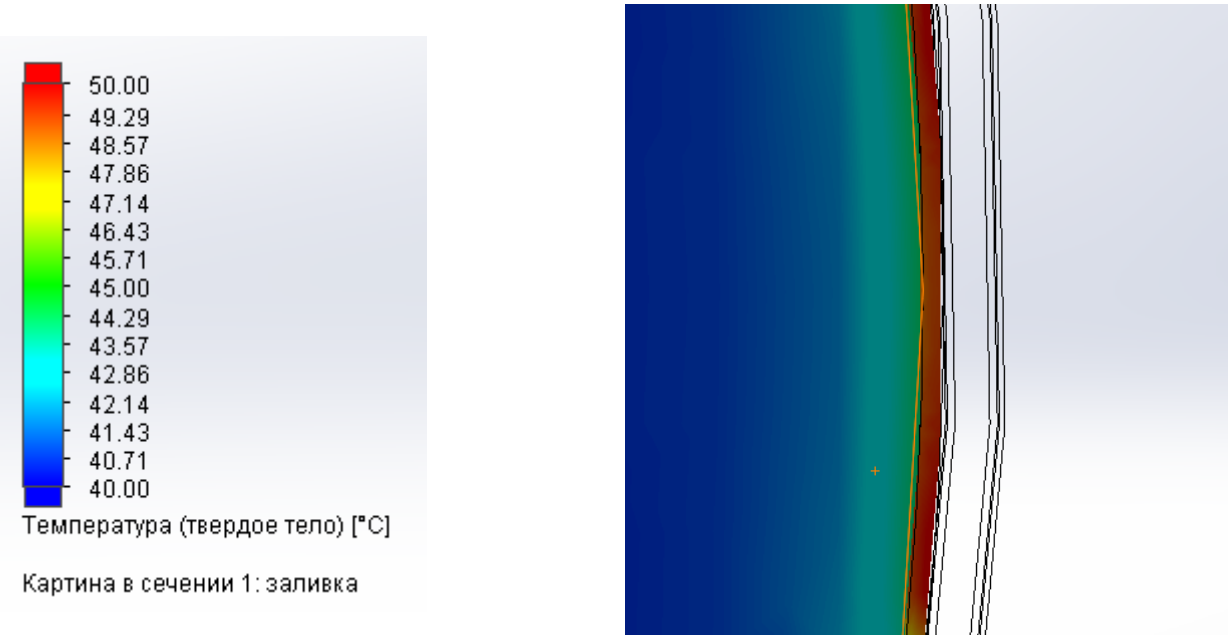

Рисунок 6.16 – Розподіл температури по товщині стінки ферментатора та субстрату при перемішуванні

За рахунок перемішування температура субстрату в пристінному шарі не перевищує критичних температур [8].

Однією з цілей моделювання також було визначення розподілу температури в об’ємі біомаси, що нагрівається та показати як рухаються потоки біомаси в ферментаторі [8].

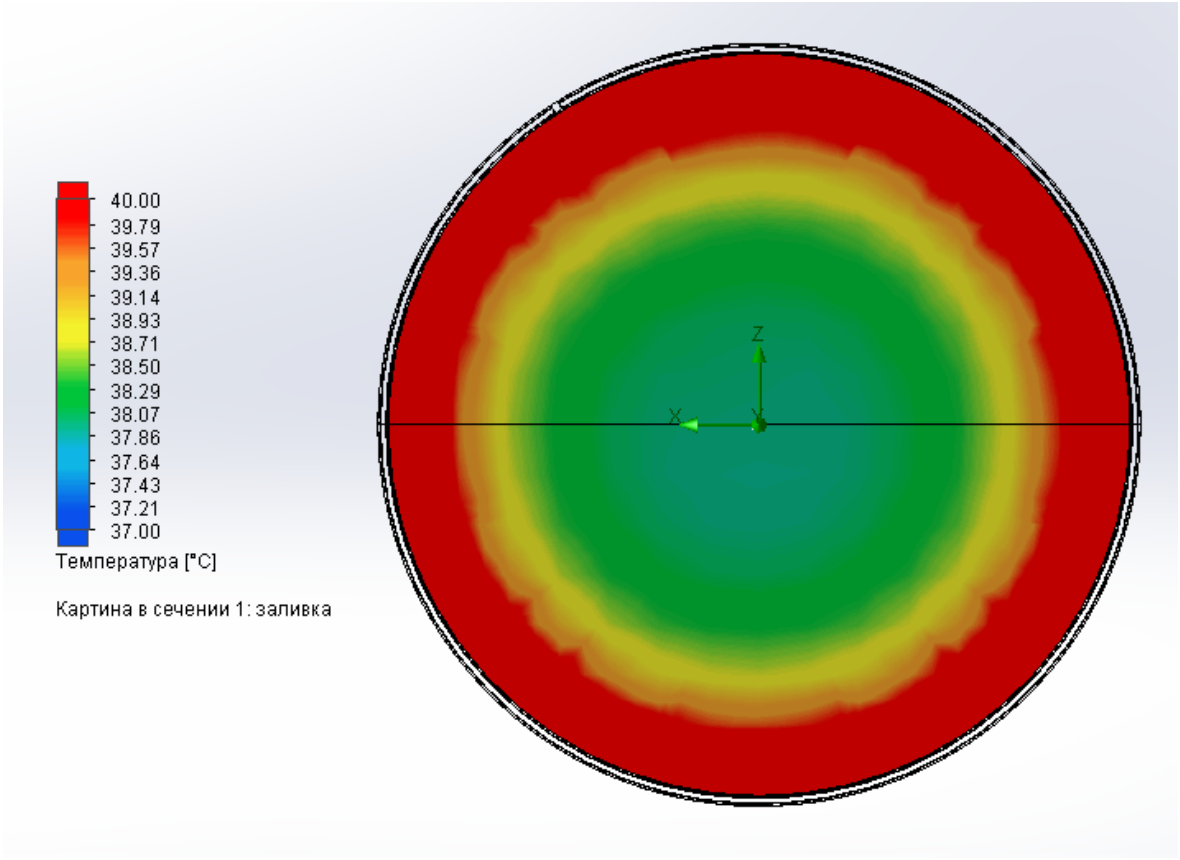

Рисунок 6.17 – Розподіл температури рідини зверху метантенку

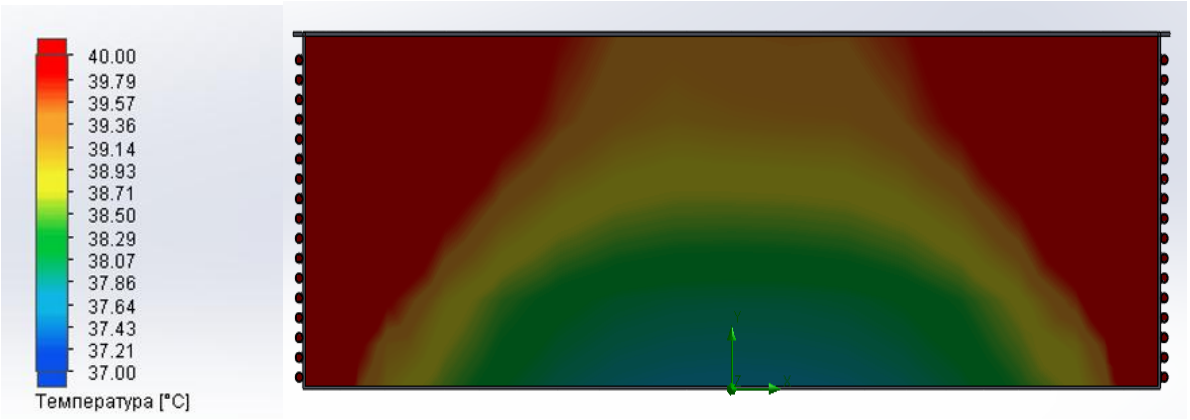

Рисунок 6.18 – Розподіл температури рідини в середині метантенку

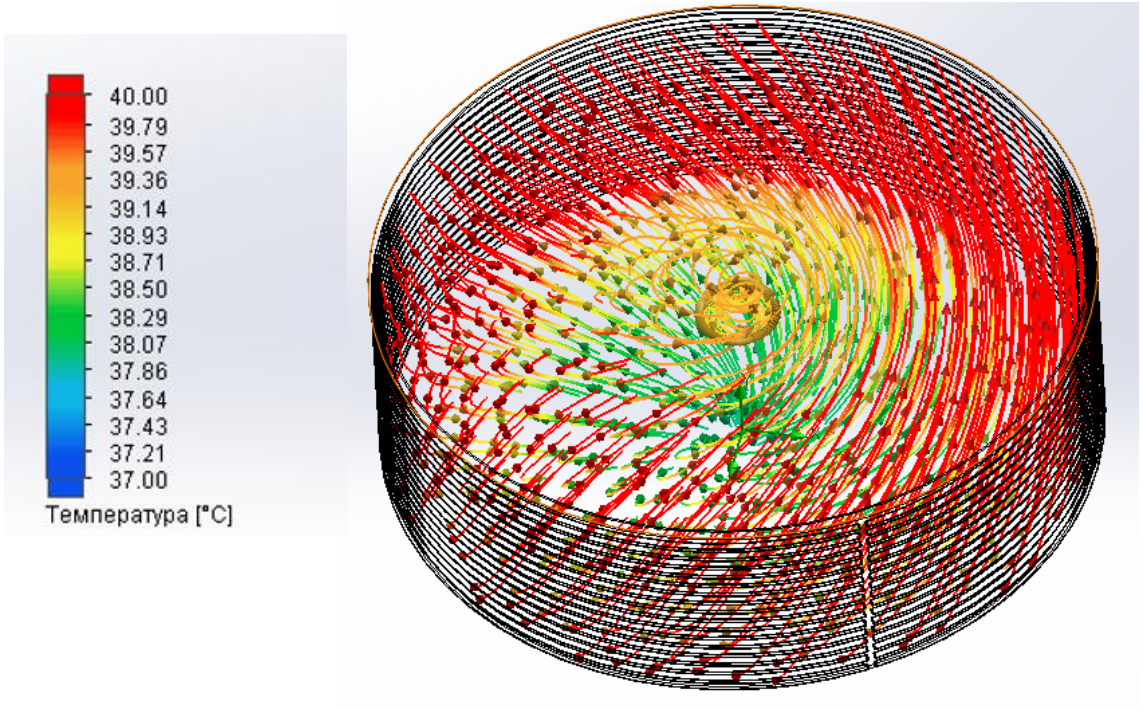

Рисунок 6.19 – Розподіл температури рідини всередині метантенку за напрямком руху води

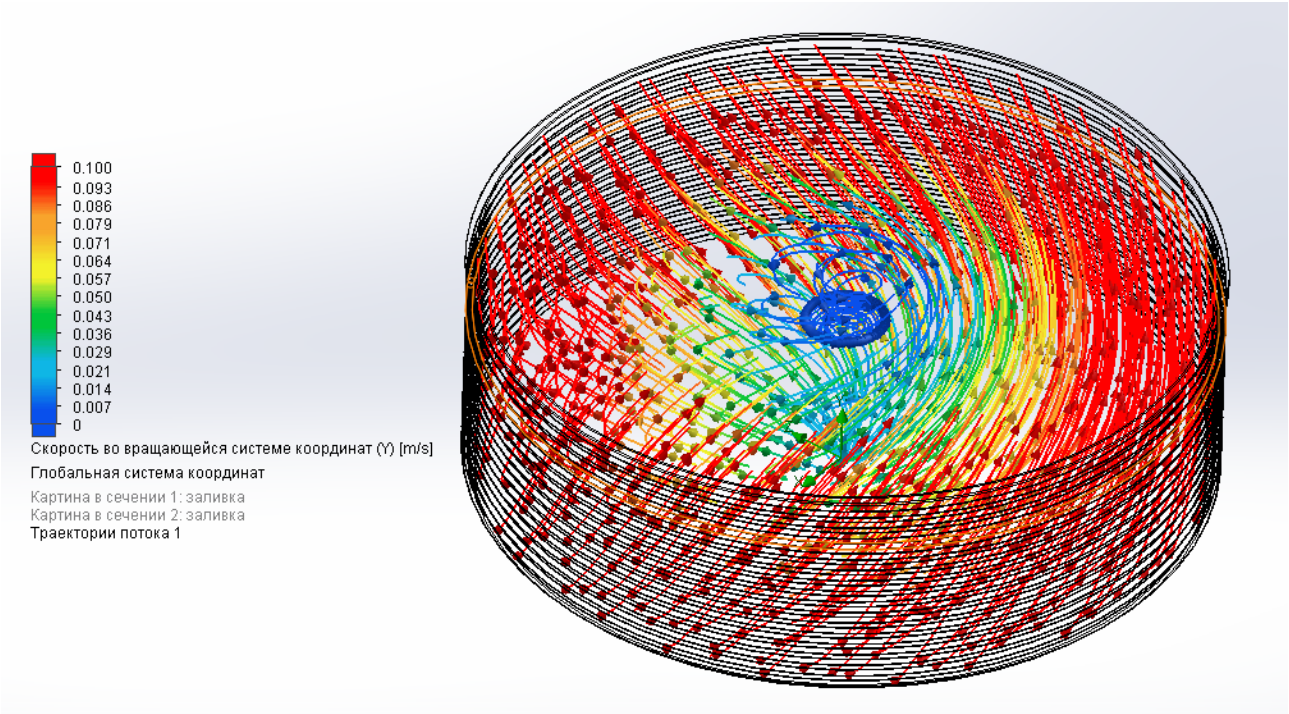

Рисунок 6.20 – Розподіл швидкості рідини всередині метантенку

Важливими теоретичними засадами використання ефективних джерел рослинної сировини шляхом інтродукції, селекції, біотехнології нових енергетичних культур є:

• Ефективність перетворення енергії сонця через фотосинтез енергетичних рослин в потрібну людству біосировину за рахунок підбору високоефективних продуцентів.

• Збереження та збагачення різноманіття енергетичних рослин і оптимізація продукційного процесу фітоценотичними, інтродукційними, біотехнологічними, селекційними методами. Основи конструювання нових культур та поліпшення існуючих з метою створення форм рослин із заданими продуктивними параметрами.

• Адаптивність та широка екологічна пластичність енергетичних культур, екологічна рівновага в фітоценозах та безпечність рослин для навколишнього середовища, алелопатична сумісність та позитивна взаємодія і післядія рослин в агроценозах та з місцевими природними комплексами, фізіолого-біохімічні основи біоенергоконверсії як важливого засобу підвищення кількісних та якісних параметрів рослинної сировини.

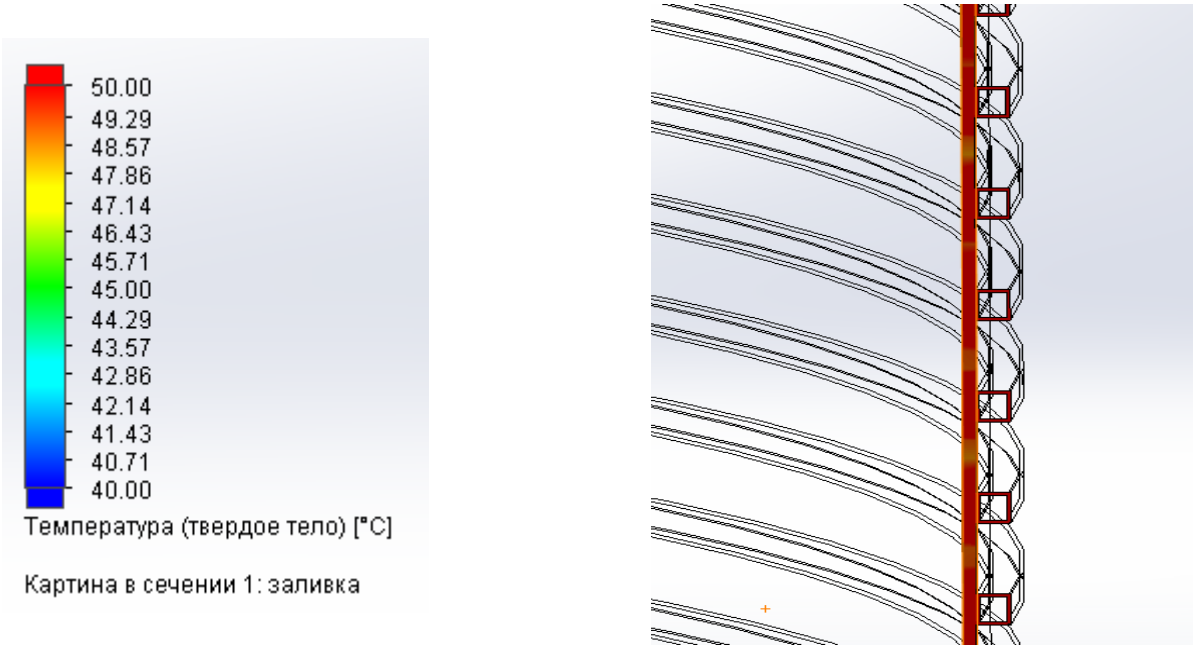

Рисунок 6.21 – Розподіл температури стінки

Розподіл температури в середині ферментатору теж є кращим. Результати моделювання показані на рис.6.22.

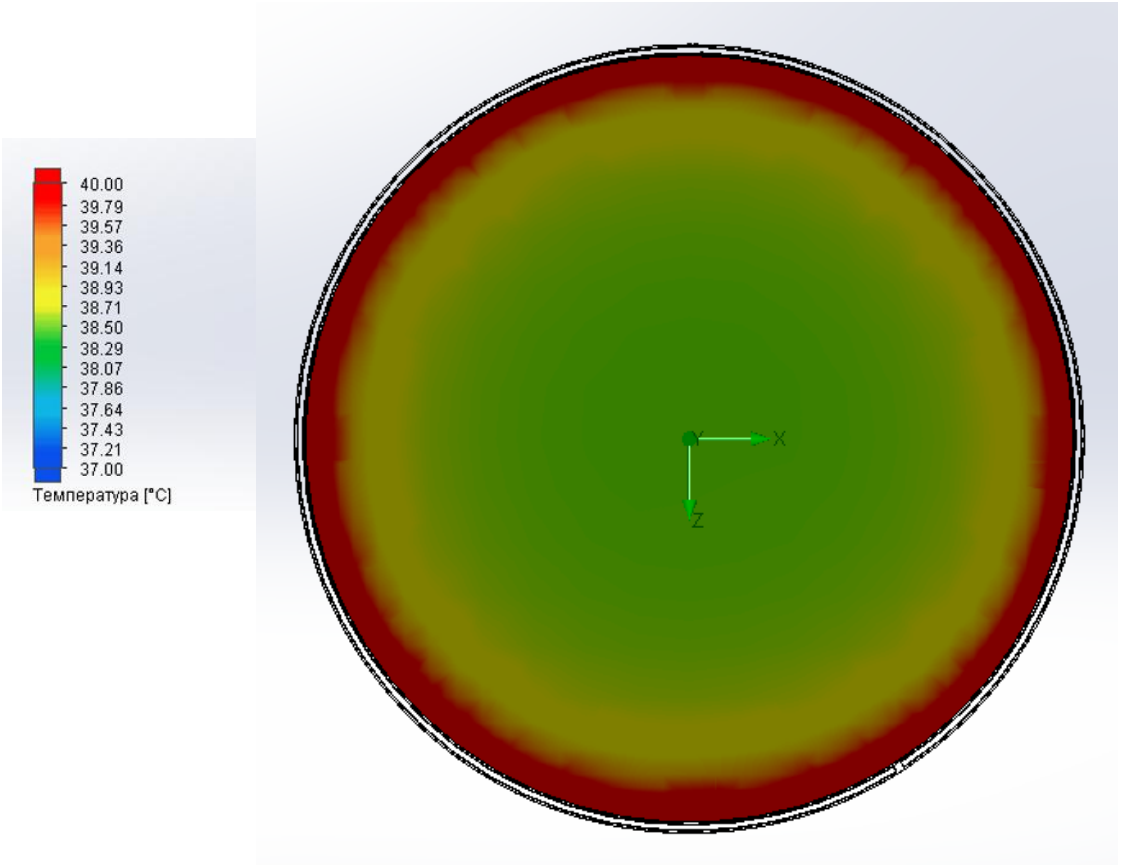

Рисунок 6.22 – Розподіл температури рідини зверху метантенку

Рисунок 6.23 – Розподіл температури рідини в середині метантенку

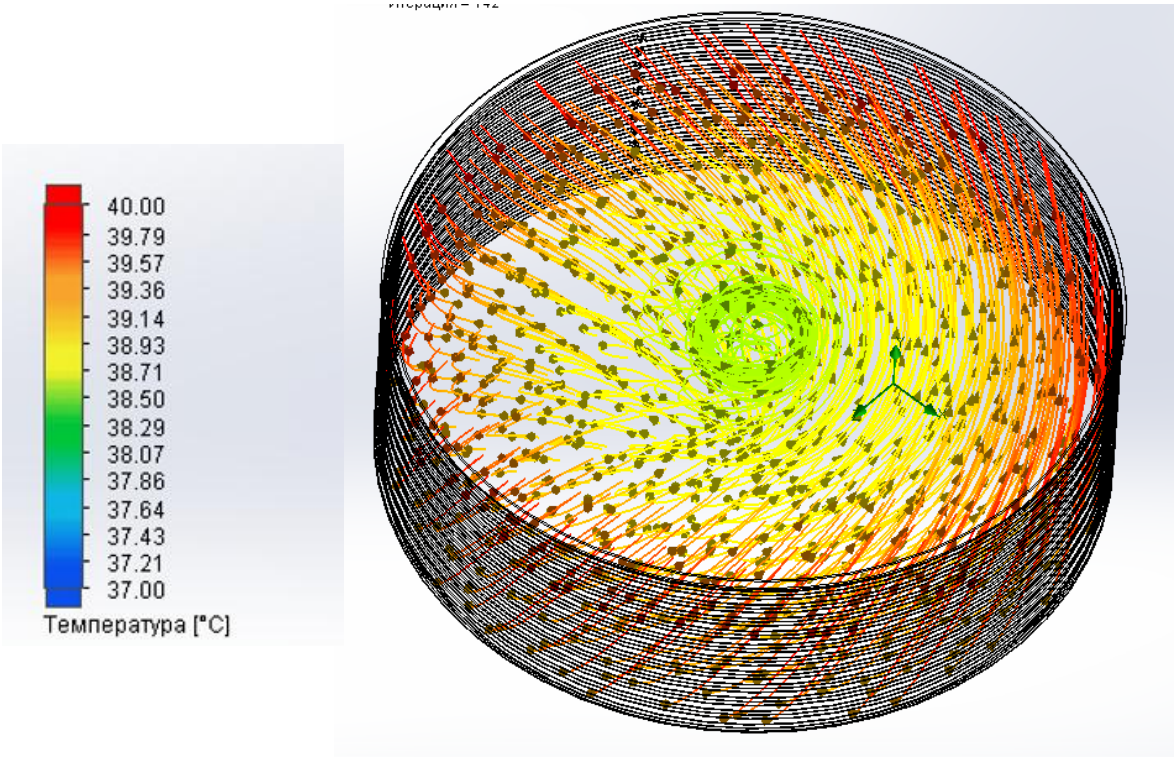

Рисунок 6.24 – Розподіл температури рідини всередині метантенку за напрямком руху води

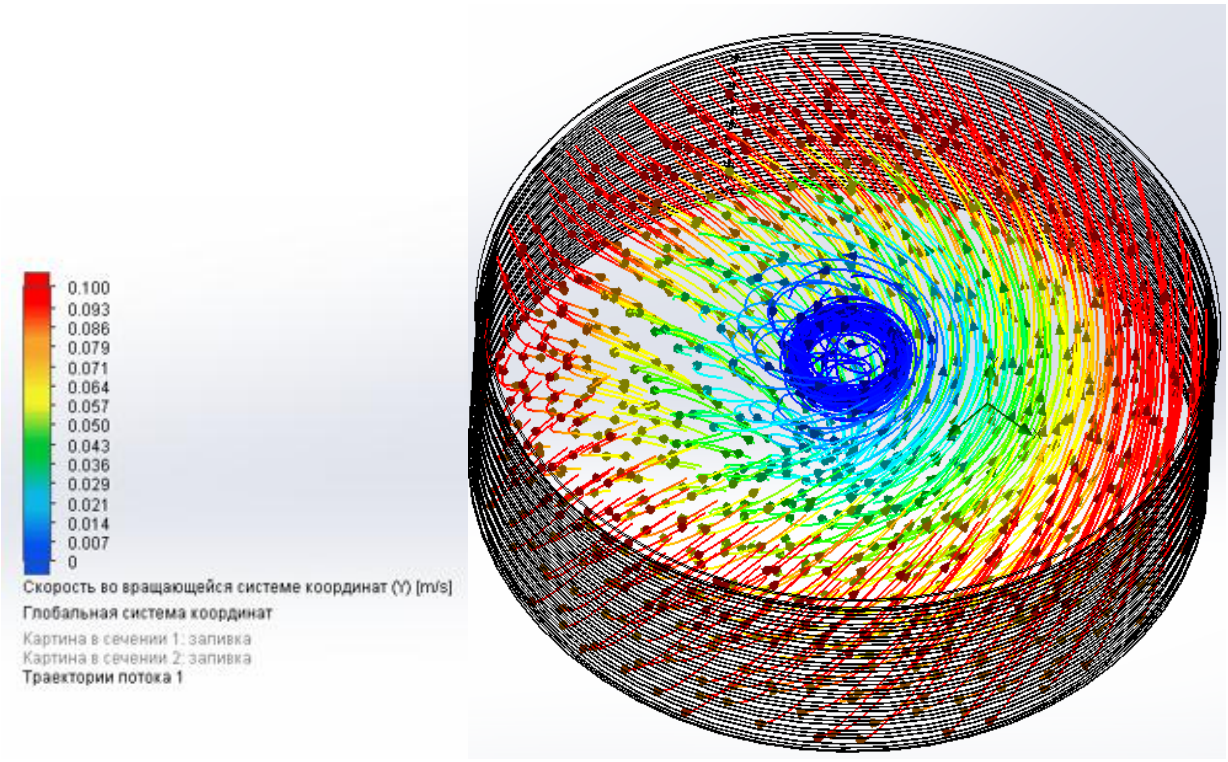

Рисунок 6.25 – Розподіл швидкості рідини всередині метантенку

Проведемо розрахунок кількості теплоти, яку треба передати субстрату для забезпечення умов бродіння та виділення біогазу. Розрахунок проводиться для двох

сезонів: зимового та літнього, які відрізняються температурою подачі добової частки субстрату [8].

Зима:

$$Q = c \cdot m_v \cdot \rho_{ст} \cdot \Delta t, \quad (5)$$

де с - теплоємність субстрату, кДж/кг·К;

$\rho_{ст}$ – густина субстрату, кг/м^3;

m_v – масова витрата, м^3/с.

$$Q = 4{,}06 \cdot 0{,}0022 \cdot 1020 \cdot (40 - 12{,}8) = 247{,}8 \text{ кВт}$$

Літо:

$$Q = 4{,}06 \cdot 0{,}0022 \cdot 1020 \cdot (40 - 22{,}3) = 161{,}26 \text{ кВт}$$

Оцінивши величину кількості теплоти, що необхідна для забезпечення стабільного проходження процесу ферментації та виділення біогазу, можна зробити висновок, що запропонована система підводу теплоти дозволяє підтримувати та забезпечувати задані параметри процесу у ферментаторі [8].

ВИСНОВКИ

1. Відходи харчових підприємств – це продукт бродіння органічни відходів, що є різновидом біогазу [8].
2. Вологість осаду становить продукт до 93,0-99,5% . При ущільненні вміскості сухої речовини в осаді навіть при незначних втратах енергії збільшується за рахунок зниження вмісту вологи . Ущільнення осаду може використовуватись в якості попередньої обробки перед зброджуванням або перед зневодненням на очисних спорудах , які працюють без зброджування [8].
3. Задопомогою програмного забезпечення AQUASIM-CASE 2 було визначеному об'єму біогазу з стічної води каналізаційних очисних споруд м.Комсомольска , Полтавської обл. , що розташовані на теріторії "Полтавского гірнозбагачувального комбінату" . Вихід біогазу становить 16 000 м3 за добу при об'ємі досліджувального субстрату 2900м3 [8].
4. Склад газу на 15-й день бродіння:

- CH4 – 70 % ;
- CO2 – 27 % ;
- H2 – 3 %.

5. Визначено негативний вплив наявності жирних кислот у стічній воді, що впливає на повільний вихід біогазу. Лише саме після їх зниження майже до 0 вихід газу буде стабільним і максимальним [8].

6. Анаеробний процес зброджування протікає при мезофільних температурах: близько 35-40 °C. Саме такий температурний режим краще застосовувати в наших кліматичних зонах, так як температурний перепад субстрату може коливатись в діапазоні 2-3 °C [8].

7. Процес підігріву субстрату з розміщенням трубок в середині ферментатора є менш ефективним, оскільки в процесі бродіння має місце налипання частинок на

поверхні трубок, що погіршує теплообмін. Також виникають проблеми в процесі обслуговування та експлуатації [8].

8. Використання системи підводу теплоти з зовнішнім розташуванням трубок на поверхні ферментатора показало, що дана система забезпечує всі необхідні параметри для стабільного процесу бродіння [8].

9. Було визначено вплив кроку розміщення труб на обігрів стінки ферментатора. Оптимальним кроком для круглої трубки діаметром 25 мм є 50мм. Використання квадратної форми трубок розмірами 24х24 мм дозволяє збільшити крок до 80 мм [8].

10. Показано, що відсутність перемішування призводила до перегріву субстрату в пристінному шарі до температури 46°С, хоча в середині вона відповідала мезофільному режиму ферментації. Використання перемішування субстрату веде до вирівнювання його середньої температури та відсутності перегріву в пристінному шарі [8].

11. Кількість теплоти, яку необхідно передати до субстрату для забезпечення мезофільного режиму бродіння, в зимовий період становить
247,8 кВт, а в літній – 161,26 кВт;

12. Капітальні вкладення на створення біогазової установки в складі 3 метантенків, газгольдера і пристроїв для утилізації біогазу на базі очисних споруд м. Комсомольська дорівнюють 5400 тис. дол [8].

15. Енергія біогазу, яка виробляється протягом доби дорівнює [8] .

16. Денний вихід біогазу дає змогу покрити добове теплове навантаження адміністративних будівель на території очисних споруд м. Комсомольська (20,52ГДж) та добовий обігрів ферментатора для підтримання необхідних температурних умов бродіння (21,4ГДж), а решту продавати, тим самим отримувати прибуток. Тоді термін окупності складатиме 4,9 роки [8].

Перелік використаних джерел:

1. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчёта канализационных сооружений. – К.: Стройбуд, 2007. – 9 с.
2. https://nau.edu.ua/site/variables/news/2019/5/vidguk%20Duchko.pdf
3. http://rinhespro.ru/insha/31499-stichni-vodi-viznachennja-vidi- sposobi - obliku-i.html.
4. http://ukrecoalliance.com.ua/biohaz-maybutnie-svitovoi-enerhetyky/
5. http://eia.menr.gov.ua/uploads/documents/3157/reports/9581285db9cfb73e2ce7364706a11e29.pdf
6. http://om.net.ua/5/5_16/5_166970_stadii-ochistki-stochnih-vod-promishlennih-predpriyatiy.html.
7. http://tnr.xtf.kpi.ua/n/diplom/mahistry-2015/petrus-vasyl-udoskonalennya-tekhnolohiyi-mekhanichnoho-ochyshchennya-pobutovykh-stichnykh-vod.
8. http://www.dwa.de, ISBN 978-3-937758-71-8, 2013 http://www.wwt-online.de/sites/wwt-online.de/ files/schlammentw% C3%A4sserung_ohne_ lockungshilfsmittel.pdf.
9. Bergs C.-G. 2020. New demand by sewage sludge and fertiliser regulation. (Neue Vorgaben für Klärschlamm nach der Klärschlamm-(AbfKlärV) und Düngemittelverordnung (DüMV)). VKU Infotag Klärschlamm, 9.11.2010.
10. BIOPROS 2008. Short rotation plantations. Guidelines for efficient biomass production with the safe application of wastewater and sewage sludge.