

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року № 384

ФОРМА № Н-9.02

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут нафти і газу
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра прикладної екології та природокористування
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: **«Аналіз енерго- та ресурсозберігаючих аспектів виробництва біогазу з відходів тваринництва»**

Виконав: студент 6-го курсу, групи 601-мТЗ
Спеціальність 183 Технології захисту навколишнього середовища
Тристан А.А. (прізвище та ініціали)
Керівник Степова О. В.
(прізвище та ініціали)
Рецензенти: Бойченко С.В.
Чугай А.В.
(прізвище та ініціали)

2023 р.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра прикладної екології та природокористування
Освітній рівень – магістр
Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
прикладної екології та
природокористування

_____ Ілляш О.Е.
(підпис) (ПІБ)
_____ 2023 року
(дата)

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА СТУДЕНТУ

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Керівник роботи _____,

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

затверджені наказом Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» від «___» _____ 2023 року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

(дата)

3. Вихідні дані до роботи

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	О.В. Степова, д.т.н., професор, кафедра прикладної екології та природокористування		
2	О.В. Степова, д.т.н., професор, кафедра прикладної екології та природокористування		
3	О.В. Степова, д.т.н., професор, кафедра прикладної екології та природокористування		
4	О.В. Степова, д.т.н., професор, кафедра прикладної екології та природокористування		
5	О.В. Степова, д.т.н., професор, кафедра прикладної екології та природокористування		
6	О.В. Степова, д.т.н., професор, кафедра прикладної екології та природокористування		

7. Дата видачі завдання _____
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ПИТАННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОГАЗУ ТА СТВОРЕННЯ БГУ	13
1.1. Літературний огляд стосовно питання виготовлення біогазу та створення БГУ	13
1.2. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи..	43
Висновок до першого розділу.....	45
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ. ВИБІР ДЖЕРЕЛА ДАНИХ ТА ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ.	48
2.1. Аналіз відкритих джерел і статистики стосовно питання використання тваринних відходів для створення біогазу.....	48
2.2. Анкетування фермерських господарств.....	49
Висновок до другого розділу.....	51
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	52
3.1. Оцінка кількості та якості сировини.	52
3.2. Потенціал для виробництва біогазу в Полтавській області.....	55
Висновок до третього розділу.	61
РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ. ОСНОВНІ РОЗРАХУНКИ.	62
4.1. Аналіз впливу біогазового виробництва на енергоефективність.	62
4.2. Розрахунок тепло- і ресурсовитрат в Полтавській області.....	63
4.2.1 Визначення основних параметрів процесу метанового бродіння.	62
4.2.2 Добовий та річний вихід біогазу.	67
4.2.3 Розрахунок тепловтрат.....	67
4.2.4 Розрахунки показників енергетичної ефективності біогазових установок	79

					601-МТЗ 17245 МР			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Тристан А.А			«Аналіз енерго- та ресурсозберігаючих аспектів виробництва біогазу з відходів тваринництва»	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Степова О. В.						
Н. Контр.		Степова О. В.				ПолтНТУ ім. Юрія Кондратюка		
Зав. кафедр.		Ілляш О.Е						

4.2.5 Розрахунок зменшення викидів CO ² в атмосферу.....	80
4.3. Розрахунок енергетичного потенціалу отриманого об'єму біогазу.	80
4.4. Розрахунок вартості товарної електроенергії і біогазу.	81
4.4.1 Розрахунок вартості товарного біогазу.	81
4.4.2 Конвертація та розрахунок вартості товарної електроенергії.	83
Висновок до четвертого розділу.....	85
РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ ТА ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ.....	87
5.1.Огляд технології для дослідження.	87
5.2. Організація технологічної та апаратурної схеми анаеробного бродіння.	97
5.3. Підбір обладнання.....	100
Висновки до п'ятого розділу.	113
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	116
6.1. Охорона праці.....	115
Висновки до шостого розділу.....	117
ВИСНОВКИ	120
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	121
ДОДАТКИ	125

					601-МТЗ 17245 МР			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Тристан А.А</i>				«Аналіз енерго- та ресурсозберігаючих аспектів виробництва біогазу з відходів тваринництва»	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>	<i>Степова О. В.</i>							
<i>Н. Контр.</i>	<i>Степова О. В.</i>					ПолтНТУ ім. Юрія Кондратюка		
<i>Зав. кафедр.</i>	<i>Ілляш О.Е</i>							

утворюється значна кількість відходів тваринництва, які можуть бути використані для виробництва біогазу.

Об'єктом дослідження є процес виробництва біогазу з відходів тваринництва в Полтавській області.

Предметом дослідження є енерго та ресурсозберігаючі аспекти виробництва біогазу з відходів тваринництва в Полтавській області.

Методи дослідження. Для досягнення поставлених завдань будуть використані такі методи дослідження:

- Аналіз статистичних даних;
- Аналіз експериментальних досліджень;
- Метод енергетичного та ресурсного аналізу;
- Метод економічного аналізу.

Очікуваними результатами дослідження є:

- Встановлення біоенергетичного потенціалу Полтавської області шляхом отримання відомостей про сучасні обсяги утворення відходів тваринництва в Полтавській області;
- Розроблена технологічна схема виробництва біогазу з відходів тваринництва з підбором відповідного обладнання;
- Розробка рекомендацій щодо підвищення енерго та ресурсозбереження у виробництві біогазу з відходів тваринництва.

Наукова новизна одержаних результатів:

- Вперше встановлено біоенергетичний потенціал Полтавської області шляхом розрахунку обсягів зеленої енергії, отриманої при переробці відходів тваринницьких виробництв.
- Удосконалено та адаптовано під регіональні умови технологічну схему біогазової установки.

Практичне значення одержаних результатів роботи:

Рекомендації щодо підвищення енерго та ресурсозбереження у виробництві біогазу з відходів тваринництва, зокрема:

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Публікації. За результатами кваліфікаційної роботи було опубліковано 7 наукових праць, з них 1 наукова праця у фаховому виданні категорії «Б», 6 матеріалів доповідей у збірниках праць конференцій.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Матеріали роботи викладено на 126 сторінках друкованого тексту. Робота містить 31 таблицю і 30 рисунків. Список використаних джерел містить 38 найменувань.

1. У першому розділі проведено огляд та аналіз літератури стосовно питання виготовлення біогазу та створення БГУ, а саме, його виготовлення та огляд конструкцій, за допомогою яких він буде створюватися.

2. У другому розділі проведено аналіз статистичних та опитувальних даних стосовно питання використання тваринних відходів для створення біогазу.

3. У третьому розділі надана оцінка кількості та якості сировини, визначений потенціал Полтавської області для виробництва біогазу та визначене найдоцільніше місце для розташування БГУ.

4. У четвертому розділі проведені розрахунки: розрахунок об'єму отриманого гною з фермерських тварин Полтавської області; розрахунок ресурсо- та тепловтрат; розрахунок розмірів обладнання та його ресурсні потреби; розрахунок енергетичної ефективності обладнання; розрахунки виходу загальної кількості біогазу; розрахунок кількості виходу товарного біогазу; розрахунок енергетичного потенціалу отриманого об'єму товарного біогазу; розрахунок вартості товарної електроенергії і біогазу.

5. У п'ятому розділі проведено аналіз та огляд технологій експлуатації БГУ. Визначена організація технологічної та апаратурної схеми анаеробного бродіння, зконструйовано технологічну схему отримання біогазу, підібране обладнання.

6. У шостому розділі висвітлені питання стосовно забезпечення безпеки при експлуатації біогазової установки.

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У висновках за результатами дослідження надані рекомендації щодо біоенергетичного потенціалу Полтавщини, підвищення енерго та ресурсозбереження у виробництві біогазу з відходів тваринництва.

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД ПИТАННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОГАЗУ ТА СТВОРЕННЯ БГУ

1.1. Літературний огляд стосовно питання виготовлення біогазу та створення БГУ

У розділі роботи проведено огляд та аналіз патентів щодо виробництва біогазу з відходів тваринництва, щоб краще розібратися в темі виготовлення біогазу та використання апаратури для даного процесу. Для підготовки цього розділу були використані як українські, так і іноземні дослідження та патенти, які стосуються даної теми.

1. Дослідження Г. М. Калетніка, яке висвітлює стратегії розвитку використання відходів тваринництва для виробництва біогазу [2] (Це дослідження вказує на дві основні стратегії: німецьку та датську)

Основні питання та аспекти, що детально аналізуються в цьому дослідженні, включають:

Аналіз сучасного стану використання відходів тваринництва: Дослідження розпочинається з оцінки поточного стану використання відходів тваринництва в сільському господарстві та промисловості. Визначається обсяг та характер відходів, які генеруються тваринництвом.

Важливість використання біогазу: Дослідження розглядає важливість виробництва біогазу з відходів тваринництва з екологічного та економічного погляду. Визначається, як біогаз може сприяти зменшенню викидів парникових газів та забезпечити стале джерело енергії.

Стратегії розвитку використання відходів тваринництва для виробництва біогазу: Дослідження детально аналізує дві основні стратегії розвитку використання відходів тваринництва для виробництва біогазу, а саме німецьку та датську стратегії. Вивчаються їх особливості, підходи та досягнення.

Організаційно-економічний механізм впровадження стратегій: Дослідження також розглядає організаційно-економічний механізм впровадження вибраних стратегій розвитку. Аналізується, які організаційні та економічні заходи необхідні

										Арк.
										13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

для успішної реалізації цих стратегій.

Це дослідження допомагає враховувати конкретні підходи та стратегії при виробництві біогазу з відходів тваринництва, сприяючи ефективному використанню ресурсів та збереженню довкілля.

Переваги способу	Недоліки способу
Екологічна сталість: Виробництво біогазу з відходів тваринництва допомагає зменшити викиди парникових газів, зокрема метану, що сприяє боротьбі з глобальним потеплінням.	Технічні виклики: Виробництво біогазу вимагає спеціалізованого обладнання та технічних знань, що може бути високовитратним і складним у впровадженні.
Використання відходів: Процес виробництва біогазу дає можливість ефективно використовувати органічні відходи тваринництва, що зменшує їх негативний вплив на навколишнє середовище.	Залежність від вхідних матеріалів: Успішність виробництва біогазу залежить від наявності відходів тваринництва, які можуть коливатися в залежності від сезону та інших чинників.
Стале джерело енергії: Біогаз може служити як стаке джерело енергії для сільськогосподарських підприємств та регіонів, забезпечуючи надійний джерело тепла та електроенергії.	Анаеробний процес: Процес анаеробної ферментації, використовуваний для виробництва біогазу, може супроводжуватися неприємним запахом.
Економічні вигоди: Виробництво біогазу може призвести до зменшення витрат на енергоспоживання та надає можливість отримувати додатковий прибуток від продажу надлишкової	Фінансові витрати: Встановлення та обслуговування біогазових установок може бути високовитратним, і вимагає значних фінансових інвестицій.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 17245 601-МТЗ

Арк.

14

Додаткові доходи: Фермери можуть отримувати додатковий дохід від виробництва та продажу біогазу.

Запах та стічні води: Виробництво біогазу може супроводжуватися неприємним запахом та формуванням стічних вод, що вимагає додаткового управління.

Враховуючи ці переваги та недоліки, реалізація біогазових проєктів вимагає уважного планування та управління, але може мати позитивний вплив на довкілля та економіку.

4. Патент України № 126502, "Спосіб виробництва біогазу з гною тварин", автори: Гіленко В.В., Гіленко О.В., Кірієнко В.П. (2019), описує спосіб виробництва біогазу з гною тварин, який передбачає використання теплоти відходів для підігріву сировини та очищення біогазу [5].

Спосіб включає в себе наступні етапи:

Підготовка сировини. Гній тварин подрібнюють і змішують з водою у співвідношенні 1:2.

Внесення сировини в анаеробний реактор. Підготовлена сировина подається в анаеробний реактор, де відбувається процес бродіння.

Збір біогазу. Біогаз, що утворюється в процесі бродіння, відводиться з анаеробного реактора.

Очищення біогазу. Біогаз очищається від домішок шляхом фільтрації та адсорбції.

Теплоутилізація. Тепло, що виділяється в процесі бродіння, використовується для підігріву сировини та очищення біогазу.

Запропонований спосіб має ряд переваг у порівнянні з традиційними способами виробництва біогазу з гною тварин.

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

очищення біогазу може призвести до зниження витрат енергії на виробництво біогазу на 17%. На основі проведеного дослідження автори зробили висновок, що використання сучасних технологій може призвести до значного підвищення енергоефективності виробництва біогазу з відходів тваринництва. Це може зробити біогаз більш конкурентоспроможним відновлюваним джерелом енергії.

Основні висновки дослідження:

Виробництво біогазу з відходів тваринництва є енерговитратним процесом.

Найбільш енерговитратними етапами є підготовка сировини та очищення біогазу.

Енергоефективність виробництва біогазу можна підвищити за рахунок використання сучасних технологій.

Використання теплоти відходів для підігріву сировини та очищення біогазу може призвести до зниження витрат енергії на виробництво біогазу на 10-25%.

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги способу	Недоліки способу
Дослідження є актуальним, оскільки виробництво біогазу з відходів тваринництва є важливим напрямом розвитку відновлюваної енергетики в Україні.	Дослідження має обмежений масштаб, оскільки проведені експериментальні дослідження були проведені на одній біогазовій установці.
Дослідження є всебічним, оскільки розглядає основні етапи виробництва біогазу та енергетичні витрати на кожному з них.	Дослідження не розглядає економічну ефективність використання сучасних технологій для підвищення енергоефективності виробництва біогазу.
Дослідження є практичним, оскільки наводить результати експериментальних досліджень, проведених на біогазовій установці.	
Загалом, дослідження "Енергоємність виробництва біогазу з відходів тваринництва" є цінним внеском у вивчення цього питання. Дослідження має ряд переваг, таких як актуальність, всебічність та практичність. Однак дослідження має деякі недоліки, такі як обмежений масштаб та відсутність аналізу економічної ефективності.	

11. Стаття "Використання теплоти відходів для підвищення енергоефективності виробництва біогазу", автори: Гіленко В.В., Гіленко О.В., Кірієнко В.П., журнал "Енергозбереження", 2020, № 1, с. 20-25, присвячена вивченню можливості підвищення енергоефективності виробництва біогазу за рахунок використання теплоти відходів [12].

У статті розглянуті основні способи використання теплоти відходів для

					MP 17245 601-MT3	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищення енергоефективності виробництва біогазу. До таких способів відносяться:

Підвищення температури процесу бродіння. Підвищення температури процесу бродіння сприяє підвищенню швидкості бродіння та продуктивності біогазової установки.

Підігрів сировини. Підігрів сировини сприяє зменшенню витрат енергії на гомогенізацію та ферментацію.

Очищення біогазу. Очищення біогазу від домішок вимагає витрат енергії.

Використання теплоти відходів для очищення біогазу може призвести до зниження витрат енергії на цей процес.

У статті наведено результати експериментальних досліджень, проведених на біогазовій установці, описаній в патенті України № 126504. Встановлено, що використання теплоти відходів для підвищення температури процесу бродіння, підігріву сировини та очищення біогазу може призвести до зниження витрат енергії на виробництво біогазу на 17%. На основі проведених досліджень автори зробили висновок, що використання теплоти відходів є ефективним способом підвищення енергоефективності виробництва біогазу. Цей метод є економічно доцільним та простим у реалізації.

Основні висновки статті:

Використання теплоти відходів є ефективним способом підвищення енергоефективності виробництва біогазу.

Використання теплоти відходів може призвести до зниження витрат енергії на виробництво біогазу на 17%.

Метод використання теплоти відходів є економічно доцільним та простим у реалізації.

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги способу	Недоліки способу
<p>Підвищення енергоефективності виробництва біогазу. За рахунок використання теплоти відходів можна зменшити витрати на енергію, яка використовується для підігріву сировини та очищення біогазу.</p>	<p>Обмежена кількість теплоти відходів. Кількість теплоти відходів залежить від кількості та типу відходів, які використовуються для виробництва біогазу.</p>
<p>Зменшення викидів парникових газів. Виробництво біогазу є відновлюваним джерелом енергії, яке не генерує викиди парникових газів.</p>	<p>Необхідність додаткового обладнання. Для використання теплоти відходів необхідно встановити додаткове обладнання, наприклад, теплообмінники.</p>
<p>Зменшення залежності від традиційних джерел енергії. Використання теплоти відходів може зменшити залежності від традиційних джерел енергії, таких як електроенергія і газ.</p>	
<p>Економічна доцільність. Використання теплоти відходів є економічно доцільним, оскільки тепло відходів є безкоштовним.</p>	
<p>Простота реалізації. Спосіб не вимагає складного обладнання та технологій для реалізації.</p>	
<p>Спосіб використання теплоти відходів для підвищення енергоефективності виробництва біогазу є ефективним та економічно доцільним способом.</p>	

							МР 17245 601-МТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				32

Сировина для біогазової установки може бути будь-якою органічною речовиною, яка піддається анаеробному бродінню.

Біогаз може бути очищений від домішок за допомогою різних методів, таких як адсорбція, абсорбція та конденсація.

Спосіб підвищення енергоефективності біогазової установки за рахунок використання теплоти відходів є перспективним методом, який дозволяє зменшити витрати енергії, викиди парникових газів і залежності від традиційних джерел енергії.

14. Патент Китаю № ZL201910176159.7, "Спосіб підвищення енергоефективності біогазової установки", опублікований 20 серпня 2023 року, автори: Li Jun, Wang Xiaojian, Zhang Jun. Описує спосіб підвищення енергоефективності біогазової установки за рахунок використання відновлюваних джерел енергії. [15].

Спосіб включає в себе наступні етапи:

Збір відновлюваної енергії. Відновлювана енергія збирається з різних джерел, таких як сонячна енергія, вітрова енергія або гідроенергія.

Перетворення відновлюваної енергії в електричну енергію. Відновлювана енергія перетворюється в електричну енергію за допомогою фотоелектричних модулів, вітряних турбін або гідротурбін.

Застосування електричної енергії для підігріву сировини та очищення біогазу. Електрична енергія використовується для підігріву сировини та очищення біогазу.

Застосування відновлюваних джерел енергії дозволяє зменшити витрати енергії на підігрів сировини та очищення біогазу. Це, в свою чергу, підвищує енергоефективність біогазової установки.

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Відновлювана енергія може бути зібрана за допомогою різних методів, таких як фотоелектрична генерація, вітрова генерація та гідрогенерація. Електрична енергія може бути використана для підігріву сировини за допомогою різних методів, таких як нагрівання, кип'ятіння та випаровування.

Біогаз може бути очищений від домішок за допомогою різних методів, таких як адсорбція, абсорбція та конденсація.

Спосіб підвищення енергоефективності біогазової установки за рахунок використання відновлюваних джерел енергії є перспективним методом, який дозволяє зменшити витрати енергії, викиди парникових газів і залежності від традиційних джерел енергії.

Тваринні відходи є значним джерелом енергії. Вони можуть використовуватися для виробництва біогазу, який є відновлюваним джерелом енергії, що не генерує викиди парникових газів. У огляді літератури розглянуто різні методи підвищення енергоефективності біогазових установок, що працюють на тваринних відходах. Найбільш перспективним методом є використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна енергія, вітрова енергія або гідроенергія. Використання відновлюваних джерел енергії дозволяє зменшити витрати енергії на підігрів сировини та очищення біогазу. Це, в свою чергу, підвищує енергоефективність біогазової установки. Крім того, використання відновлюваних джерел енергії дозволяє зменшити викиди парникових газів, зменшити залежність від традиційних джерел енергії та підвищити економічну доцільність біогазових установок.

Рекомендації для подальших досліджень:

- Розробка більш простих і ефективних методів використання відновлюваних джерел енергії для біогазових установок, що працюють на тваринних відходах.

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Виробництво біогазу з відходів тваринництва є перспективним способом утилізації цих відходів, отримання альтернативних джерел енергії, зменшення антропогенного навантаження на компоненти довкілля.

Дослідження енерго- та ресурсозберігаючих аспектів виробництва біогазу з відходів тваринництва в Полтавській області є важливим завданням. Воно підвищить ефективність виробництва біогазу та знизити його собівартість. Це, у свою чергу, може сприяти розвитку цієї галузі в регіоні та підвищити її економічну ефективність.

Перевагами виробництва біогазу з відходів тваринництва в Полтавській області є:

- Дослідження виявить ефективні способи утилізації відходів тваринницької діяльності, що дозволить зменшити їх негативний вплив на довкілля.
- Дослідження сприяє розробленню технології, яка дозволить підвищити ефективність виробництва біогазу та знизити його собівартість, зробити його більш конкурентоспроможним.
- Дослідження сприятиме розробленню законодавчих та економічних стимулів розвитку виробництва біогазу з відходів тваринництва, що дозволить прискорити розвиток цієї галузі в регіоні.

Результати магістерської роботи внесуть вклад у вирішення цих проблем і сприяти розвитку виробництва біогазу з відходів тваринництва в Полтавській області.

Висновок до першого розділу

Стосовно першої частини розділу. З даного тексту можна зробити такі висновки:

- Виробництво біогазу з відходів тваринництва є актуальною проблемою для України, оскільки це є одним із способів утилізації цих відходів та отримання альтернативних джерел енергії.
- Полтавська область є одним із найбільших сільськогосподарських регіонів України, і в ній розташовано чимало підприємств тваринництва. Тому

									Арк.
									46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

MP 17245 601-MT3

дослідження енерго- та ресурсозберігаючих аспектів виробництва біогазу з відходів тваринництва в Полтавській області є важливим завданням.

- Таке дослідження може допомогти підвищити ефективність виробництва біогазу та знизити його собівартість. Це, у свою чергу, може сприяти розвитку цієї галузі в регіоні та підвищити її економічну ефективність.

Конкретні приклади того, як дослідження енерго- та ресурсозберігаючих аспектів виробництва біогазу з відходів тваринництва в Полтавській області може бути корисним:

- Дослідження може допомогти виявити ефективні способи утилізації відходів тваринницької діяльності, що дозволить зменшити їх негативний вплив на довкілля.
- Дослідження може допомогти розробити технології, які дозволять підвищити ефективність виробництва біогазу, що дозволить знизити його собівартість і зробити його більш конкурентоспроможним.
- Дослідження може допомогти розробити законодавчі та економічні стимули для розвитку виробництва біогазу з відходів тваринництва, що дозволить прискорити розвиток цієї галузі в регіоні.

Обрана тема для кваліфікаційної роботи, мотивувала наступними причинами:

- Зацікавленість у відновлюваних джерелах енергії та їх ролі в енергетичній безпеці України.
- Виробництво біогазу з відходів тваринництва є перспективним способом утилізації цих відходів та отримання альтернативних джерел енергії.
- Внесення вкладу у розвиток цієї галузі в Полтавській області.

В другій частині розділу було проведено огляд та аналіз різних досліджень, патентів та дипломних робіт стосовно питання біогазу та обладнання, що використовується для його видобутку. Біогаз є відновлюваним джерелом енергії, яке може використовуватися для виробництва тепла, електроенергії та інших

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корисних продуктів. Для його видобутку використовується обладнання різної складності та потужності в залежності від складу та об'єму сировини.

На основі проведеного аналізу можна зробити наступні висновки:

- Біогаз може вироблятися з різних видів біомаси, включаючи гній тварин, рослинні відходи, стічні води тощо.
- Для видобутку біогазу використовуються різні технології, такі як метаноліз, анаеробний гідроліз та анаеробне бродіння.
- Обладнання для видобутку біогазу може бути стаціонарним або переносним.

Сучасні технології дозволяють виробляти біогаз з високою ефективністю та мінімальними викидами. Обладнання для видобутку біогазу постійно удосконалюється, що дозволяє зробити його більш ефективним, економічним та екологічно безпечним.

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розробка економічно ефективних методів переробки тваринних відходів.
- Розробка нових видів біогазових установок, адаптованих до роботи на тваринних відходах.
- Розробка методів підвищення ефективності біогазових установок, що працюють на тваринних відходах [19].

2.2. Анкетування фермерських господарств

Мета анкетування. Метою цього анкетування було визначення ставлення фермерських господарств до питання продажу тваринного гною для подальшої переробки в біогаз з метою визначення можливих перешкод та факторів, які впливають на прийняття рішення щодо цього виду діяльності.

Методологія анкетування. Практичне опитування проводилося шляхом видачі стандартизованих анкет фермерським господарствам, які займаються тваринництвом у Полтавській області. Анкети містили питання, спрямовані на визначення ставлення фермерів до можливостей продажу тваринного гною для біогазового виробництва.

Шаблон анкети:

АНКЕТА З ОПИТУВАННЯ	
<i>(Стосовно визначення ставлення фермерських господарств до питання продажу тваринного гною для подальшої переробки в біогаз з метою визначення можливих перешкод та факторів, які впливають на прийняття рішення щодо цього виду діяльності)</i>	
Чи маєте Ви тваринницьке господарство? (X/✓)	<input type="checkbox"/>
Чи є для Вас актуальним питання утилізації тваринного гною? (X/✓)	<input type="checkbox"/>
Чи зацікавлені Ви у продажу тваринного гною для подальшої переробки його в біогаз? (X/✓)	<input type="checkbox"/>

					MP 17245 601-MT3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

побічних продуктів біогазового виробництва, таких як гній, сірка та фосфор. Наприклад, ці продукти можна використовувати для виробництва компосту, який може бути використаний для удобрення полів.

- Забезпечення фінансової стабільності. Фермерам необхідно надати фінансові стимули для участі в біогазовому виробництві. Це можна зробити шляхом надання субсидій, кредитів та інших форм фінансової підтримки. Наприклад, держава може надавати фермерам субсидії на будівництво та обслуговування біогазових установок.
- Зменшення ризиків, пов'язаних з нестабільним ринком. Фермерам необхідно надати гарантії того, що вони зможуть продати біогаз за справедливою ціною. Це можна зробити шляхом створення стійкого ринку біогазу. Наприклад, держава може створити державний фонд закупівлі біогазу, який забезпечив би фермерам стабільний попит на їх продукцію.

Враховуючи отримані результати анкетування, важливо проводити подальший аналіз і розробляти стратегії щодо заохочення фермерських господарств до участі в біогазовому виробництві з урахуванням їхніх потреб та обставин.

Висновок до другого розділу

Тваринні відходи є значним джерелом енергії, яке може бути використано для виробництва біогазу. Впровадження біогазових установок на тваринних відходах може привести до зменшення викидів парникових газів, зменшення залежності від традиційних джерел енергії та підвищення економічної ефективності сільського господарства. Для реалізації цього потенціалу необхідно провести додаткові дослідження та розробки.

Полтавська область має значний потенціал для виробництва біогазу з тваринних відходів. Нажаль опитування не дало позитивних відгуків стосовно ідеї, так як це не вигідно фермерським господарствам (за винятком промислових підприємств), але точно можна запевнити, що реалізація цього потенціалу дозволить зменшити викиди парникових газів, зменшити залежність від

										Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 17245 601-MT3

- Вміст шкідливих речовин

Вміст сухої речовини. Вміст сухої речовини є важливим показником якості сировини для виробництва біогазу. Суха речовина є основним джерелом енергії для анаеробних мікроорганізмів, які розкладають органічні речовини.

Вміст вологи. Вміст вологи також є важливим показником якості сировини для виробництва біогазу. Занадто велика кількість вологи може призвести до зниження продуктивності біогазової установки.

Вміст вуглеводів. Вміст вуглеводів є важливим показником якості сировини для виробництва біогазу. Вуглеводи є основним джерелом енергії для анаеробних мікроорганізмів.

Вміст азоту. Вміст азоту також є важливим показником якості сировини для виробництва біогазу. Азот є необхідним для синтезу білка анаеробними мікроорганізмами.

Вміст шкідливих речовин. Вміст шкідливих речовин є важливим показником якості сировини для виробництва біогазу. Шкідливі речовини можуть негативно впливати на роботу біогазової установки, а також на навколишнє середовище.

Додаткова інформація. Для оцінки якості сировини для виробництва біогазу можна використовувати такі методи:

- Фізичні методи
- Хімічні методи
- Біологічні методи

Фізичні методи дозволяють оцінити вміст сухої речовини та вологи. Хімічні методи дозволяють оцінити вміст вуглеводів та азоту. Біологічні методи дозволяють оцінити вміст шкідливих речовин. Ці методи дозволяють оцінити якість сировини для виробництва біогазу з високою точністю [21,22].

Рекомендації. Для підвищення ефективності виробництва біогазу з відходів тваринництва в Полтавській області необхідно:

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Забезпечити збір і зберігання відходів тваринництва в умовах, які запобігають їхньому розкладанню.
- Проводити попередню підготовку сировини для виробництва біогазу, зокрема, сушіння та дроблення.
- Використовувати високоефективні технології виробництва біогазу.

3.2. Потенціал для виробництва біогазу в Полтавській області

Полтавська область є одним із найбільших аграрних регіонів України. В області зосереджено близько 10% тваринницьких потужностей країни. За оцінками, в Полтавській області щороку утворюється близько 5 млн тонн тваринних відходів. Цей обсяг відповідає потенціалу виробництва близько 500 млн кубометрів біогазу, що становить близько 2,5% від загального споживання природного газу в області.

Діючі с/г підприємства в Полтавській області

На даний момент налічується понад 130 об'єктів, які тримають скотину.

Таб.3.2.1. - «Список с/г підприємств Полтавської області» [23].

ПІДПРИЄМСТВО	ДИРЕКТОР
СТОВ "ВОСКОБІЙНИКИ"	КАПЛЕНКО ВАЛЕРІЙ ІЛІЧ
ТОВ АФГ "ЕЛІТА"	ЧЕРЕВИШНИК СЕРГІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ
СТОВ " АГРОФІРМА " ОРЖИЦЬКА "	НЕСЕН ВАЛЕНТИН ВОЛОДИМИРОВИЧ
ПП "ЛАННА -АГРО"	ТИМОХА ОЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ
ТОВ "ПРОМІНЬ-ЛАН"	ЯРЕСЬКО ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ
АОПП "ВЕЛИКОСОРОЧИНСЬКЕ"	ХАРЧЕНКО МИХАЙЛО ІВАНОВИЧ
ПП "КОМУНАР"	ДЖУГАНЬ ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ
ТОВ "САВИНЦІ"	СИТНИК ТЕТЯНА МИХАЙЛІВНА
ПП "ІМЕНІ КАЛАШНИКА"	СТЕПАНЕНКО ІВАН ІВАНОВИЧ
СТОВ "ПЕРЕМОГА"	ТРЕЙТЯК ПАВЛО МИКОЛАЙОВИЧ
СК " ДРУЖБА "	ГНИЛОСИР ІВАН ФЕДОРОВИЧ
СГВК "ТОКАРІ"	БОНДАР МИКОЛА МИТРОФАНОВИЧ
ВПДСС ІБК І ЦБ	НААН МОРОЗ ОЛЕГ ВАСИЛЬОВИЧ
ТОВ НВП "ІНТЕРАГРОСЕРВІС"	ГОЛОВІН ГЕННАДІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ
ТОВ "АГРОФІРМА "ПЕРШЕ ТРАВНЯ"	НОСЕНКО МИХАЙЛО ІВАНОВИЧ
ПП "ДОВІРА 1"	ДІДЕНКО ІГОР ГРИГОРОВИЧ
ТОВ "ЛЕЛЯКІВСЬКЕ"	ЯЩИК ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ
ПСП " НИВА "	ЦЬОВА АНДРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

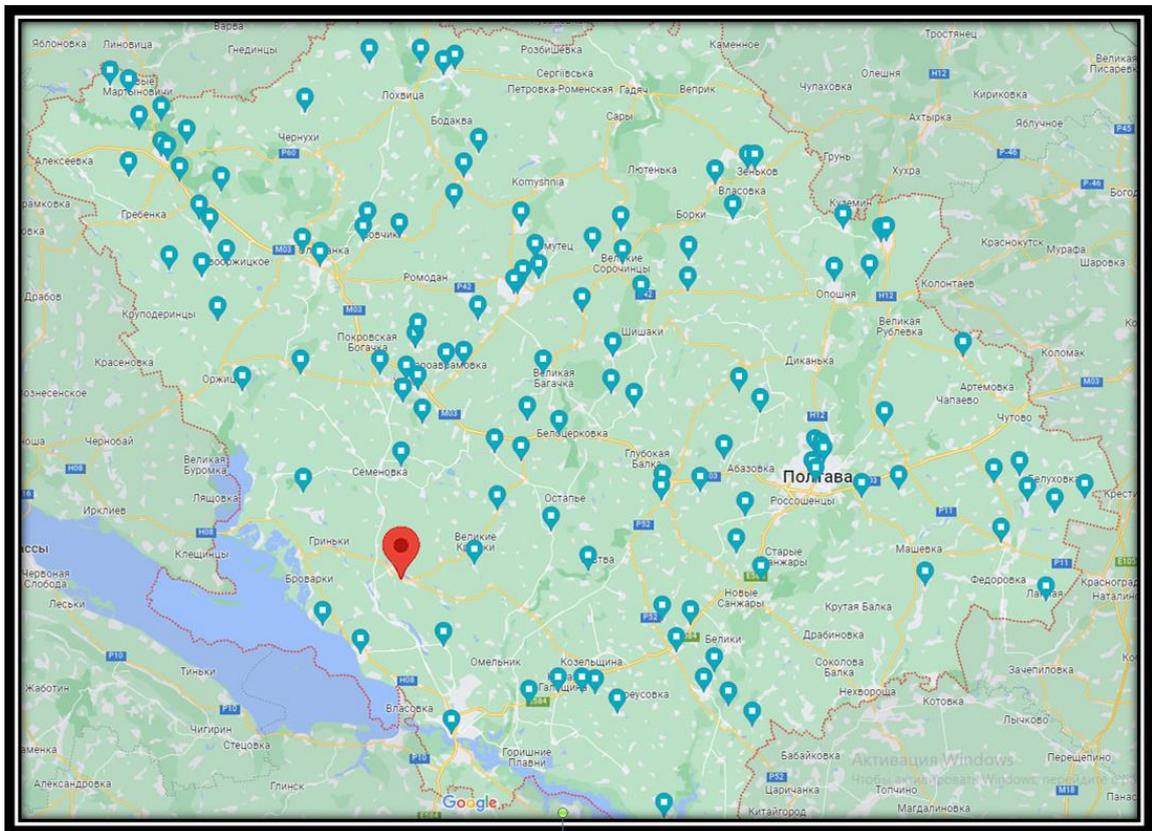
СК "РАДЯНСЬКИЙ"	АНДРІЄНКО МИКОЛА ІВАНОВИЧ
ДП "ДГ ІМ.9 СІЧНЯ" ІНСТИТУТУ СВИНАРСТВА І АПВ НААН УКРАЇНИ"	ПАСЮТА АНДРІЙ ГРИГОРОВИЧ
СВК "ПЕРЕМОГА"	ПАСЮТА АНАТОЛІЙ ГРИГОРОВИЧ
ФГ "МИР"	БУРКОВСЬКА НАДІЯ ВАСИЛІВНА
СЕЛЯНСЬКО - ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО "СВІТАНОК "	ГОРЬ МИКОЛА МИКОЛАЙОВИЧ
ПАФ "УКРАЇНА"	БАЛЮК ІВАН МАХТЕЙОВИЧ
ФГ "ВІДРОДЖЕННЯ-АГРО"	МАТЮХА ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ
ТОВ "ОРІОН МОЛОКО"	ТАРАСЕНКО ОЛЬГА МИКОЛАЇВНА
СТОВ " СКІФ "	БОВДИР ОЛЕКСІЙ ВАСИЛЬОВИЧ
ФГ ФИЛЕНКІВСЬКЕ	МІНДІАШВІЛІ АЛІНА ВОЛОДИМИРІВНА
СТОВ "МУСІЇВСЬКЕ"	ГОМОН НАТАЛІЯ МИКОЛАЇВНА
ТОВ "ГАРАНТ-2005"	ТОВСТОШКУР ОЛЕГ СТАНІСЛАВОВИЧ
СТОВ "ПРОГРЕС"	СМАГЛЮК ВІКТОРІЯ ВАЛЕРІЇВНА
ТОВ З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ОКТАН"	КРОПИВНА ВАЛЕНТИНА МИКОЛАЇВНА
ТОВ "АГРОФІРМА "МАЯК"	СКЛЯРЕНКО СВІТЛАНА МИКОЛАЇВНА
ТОВ "ГАДЯЦЬКЕ"	СУХАНЬ ОЛЕКСАНДР ЯКОВИЧ
ПА "МИР"	БІЛАНЕНКО ВІТАЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ
СТОВ "ВІТЧИЗНА"	ЛИТВИН ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ
ТОВ" АГРОФІРМА "ІМ. ДОВЖЕНКА"	ЖИЛІН СЕРГІЙ ВІКТОРОВИЧ
ДП "ДГ ІМ. ДЕКАБРИСТІВ ІНСТИТУТУ СВИНАРСТВА І АПВ НААН"	ЦИБЕНКО ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ
ТОВ АГРОФІРМА " ДОБРОБУТ"	ЛІТВІНОВ ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ
СПОП "НИВА"	НІКІТЕНКО ТЕТЯНА МИКОЛАЇВНА
СТОВ "АНДРІЇВКА"	МОРОЗ ПАВЛО ДМИТРОВИЧ
ТОВ "ПРОМІНЬ-ПРИВАТ"	МИХАЙЛЕНКО ВОЛОДИМИР ПАВЛОВИЧ
СФГ "ЗОРЯ"	БАБКО ТЕТЯНА ПЕТРІВНА
СФГ "КАМІЛА"	БУЦЬ ІВАН ІВАНОВИЧ
ТОВ"КОРСУНІВСЬКЕ"	ТРУДНЕНКО КОСТЯНТИН ВІКТОРОВИЧ
Ф.Г. "ВІТЧЕНКО"	ТКАЧУК СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ
СТОВ "СВІТОЧ"	БЕСАРАБ ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ
ПОСП "АФ"ПЕРЕМОГА"	СИЛКА МИХАЙЛО МАКСИМОВИЧ
ТОВ "БЛАГРО"	КОРДУБАН ЮРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ
ТОВ "ДРУЖБА"	ДЕРЯБІН ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ
СТОВ "БЛАГОВІСТЬ"	ЯРЕМЕНКО ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ
СТОВ "УКРАЇНА"	НОРКА ЗІНАЇДА АНТОНІВНА
ПРАТ " ГАДЯЦЬКЕ БУРЯКОГОСПОДАРСТВО"	ХАРЛАН СЕРГІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПП "АГРОЕКОЛОГІЯ"	ЛУК'ЯНЕНКО ГЛІБ ВІТАЛІЙОВИЧ
ТОВ "ЛЮБЕНСЬКЕ ПЛЕМПІДПРИЄМСТВО"	ГАВА ЛЮБОВ ІВАНІВНА
СТОВ "СЛАВУТИЧ"	П'ЯТЬКО АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ
УКРЛІКТРАВИ, ДЖП БЕРЕЗОТОЧСЬКА ФЛІЯ	ОСТАПЧУК АНАТОЛІЙ АДАМОВИЧ
ТОВ "МОЛОЧНІ РОСИ"	КРУТЬКО ВОЛОДИМИР ОЛЕКСІЙОВИЧ
ФГ "ВСЛЕС"	ВЕЛЯН БОРІК ДАТКОРОВИЧ
СФГ "МІНІЧ"	МІНІЧ ОЛЕКСАНДР АНДРІЙОВИЧ
ФГ "ВОЛОДАР-С"	СКРИЛЬНИК ВЛАДИСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ
ТОВ "ОБРІЙ"	КРЮКОВСЬКИЙ ФЕДІР ВОЛОДИМИРОВИЧ
ПСП "БАТЬКІВЩИНА"	ЄМЕЦЬ МИХАЙЛО ІВАНОВИЧ
СТОВ "КОВАЛІ"	БАРИЛО НАДІЯ КОРНІІВНА
ПРАТ "ВІДРОДЖЕННЯ"	ГРИЗОДУБ ІВАН ПАНАСОВИЧ
КРОТІВСЬКИЙ БУДИНОК-ІНТЕРНАТ	ІВАНОВ ІЛІЯ АНДРІЙОВИЧ
ЛІЩИНІВСЬКИЙ БУДИНОК-ІНТЕРНАТ	ШКАРБАН АНАТОЛІЙ МИКОЛАЙОВИЧ
ЗДБІ ІМ. О.В. СИНЯГОВСЬКОГО	ПРИСТУПА МАРИНА ОЛЕКСІІВНА
ГРАБАРІВСЬКИЙ БУДИНОК-ІНТЕРНАТ	ТЯГУН ГРИГОРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ
ПИРЯТИНСЬКИЙ БУДИНОК-ІНТЕРНАТ	ТРИСТАН ОЛЕГ ВАЛЕРІЙОВИЧ
ВИШНЯКІВСЬКИЙ БУДИНОК-ІНТЕРНАТ	ПЕРЕЯТЕНЕЦЬ ВОЛОДИМИР ДЕНИСОВИЧ
ТОВ "ХАРКІВЕЦЬКЕ"	БОГДАНОВ ІГОР ВАСИЛЬОВИЧ
ТОВ "АСТАРТА ПРИХОРОЛЛЯ"	ОСЕТРОВ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ
КОБЕЛЯЦЬКИЙ ПНБІ	ОНИЩЕНКО МИРОСЛАВ СТАНІСЛАВОВИЧ
ТОКАРІВСЬКИЙ ПСИХОНЕВРОЛОГІЧНИЙ ІНТЕРНАТ	БАРВІНКО ЛЕОНІД ПЕТРОВИЧ
ТОВ "МЛИНІВСЬКИЙ КОМПЛЕКС"	ЗОЛОТАР МАРИНА ВОЛОДИМИРІВНА
ТОВ "ОКОЛИЦЯ"	КУЖИМ ОЛЕГ МИКОЛАЙОВИЧ
ФГ "ПЛЕХІВ-АГРО "	НЕСТЕРЕНКО ІРИНА ВОЛОДИМИРІВНА
ПРАТ "ВЕЛИКА КРУЧА"	ПРОСКУРНЯ ОЛЕГ МИКОЛАЙОВИЧ
ПП "АГРОМАШ"	СИДОРОВ ВОЛОДИМИР ЄВГЕНОВИЧ
СТОВ "ХЛІБОРОБ"	ЛУКАШ МИКОЛА СЕРГІЙОВИЧ
ПА "АГРОІНВЕСТ"	ГЕРАЩЕНКО ВІКТОР ПИЛИПОВИЧ
ПРАТ "ПЛЕМСЕРВІС"	КОРЯГІН ОЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ
СФГ "АГРО-СТИЛЬ"	ВОВК ЮРІЙ ПЕТРОВИЧ
ТОВ "НАЦІОНАЛЬНИЙ КОЛОРИТ"	КАТРИЧ ЛІЛІЯ ВАСИЛІВНА
ПП "ЗОРЯ"Р	КОЧЕРГА ІВАН ВАСИЛЬОВИЧ
ДСЛР ІАП НААН	УСТИМЕНКО ОЛЕКСІЙ ВАСИЛЬОВИЧ
ТОВ "МІТ ГРУП"	КОЛЕСНИК ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ
ФГ "ВАЦІ"	МАРТИНЕНКО ЄВГЕНІЙ ІВАНОВИЧ
СТОВ "СВІТОЧ"	КИРИЧЕНКО ВАСИЛЬ ПЕТРОВИЧ
ТОВ "НВП "ГЛОБІНСЬКИЙ СВИНОКОМПЛЕКС"	КРЕМЕЗЬ МИКОЛА ІВАНОВИЧ

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТОВ "ВОВНЯНСЬКИЙ БЕКОН"	ЯРМОЛА ОЛЕКСАНДР ГРИГОРОВИЧ
СФГ " НОВЕ -2 "	ТАРАНЕНКО ОЛЕКСІЙ ГРИГОРОВИЧ
ТОВ "ПРОМ БЕКОН"	АЙКЯН АРТАК ЗАВЕНОВИЧ
ТОВ "АГРО СТВ"	СКЛЯРЕВСЬКА ТЕТЯНА ВІКТОРІВНА
ТОВ "УКРАЇНА"	ГОНЧАРЕНКО ВАЛЕРІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ
КП "ОБЛАСНИЙ ЗАКЛАД З НАДАННЯ ПСИХІАТРИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПОР"	ПОГОРЛКО ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ
ТОВ "НАЦІОНАЛЬНИЙ СМАК"	МАРКАРЯН АВЕДІС АНТОНОВИЧ
ТОВ "НВП "ГЛОБІНСЬКИЙ М'ЯСОМОЛОЧНИЙ КОМПЛЕКС"	ПЛИСКА АНАСТАСІЯ ЮРІЇВНА



Зображ.3.2.1 – «Розташування фермерських підприємств в Полтавській області (червоним маркером помічено ТОВ «НВП «Глобинський м'ясомолочний комплекс»»)

Таб.3.2.2 - «Кількість поголів'я фермерської худоби в Полтавській області»

ПОЛТАВСЬКА ОБЛАСТЬ (Кількість фермерських підприємств: ~130)
Кількість ВРХ станом на 2022 рік становило 173 тис голів.

- Для виробництва біогазу з відходів тваринництва необхідно використовувати сировину з високим вмістом сухої речовини.

Після аналізу тваринних підприємств і ферм, дійшли висновку, що найдоцільнішим для місця розташування БГУ буде ТОВ Глобинський свинокомплекс.

РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ.

ОСНОВНІ РОЗРАХУНКИ

4.1. Аналіз впливу біогазового виробництва на енергоефективність

Біогазове виробництво є перспективним способом отримання енергії з відходів тваринництва. Воно дозволяє перетворити органічні відходи на чисту енергію, що може використовуватися для різних цілей, таких як опалення, приготування їжі та виробництво електроенергії.

Основними енерговитратами на виробництво біогазу є:

- Енергія, необхідна для перемішування сировини. Перемішування сировини необхідно для рівномірного розподілу кислотності та температури, а також для видалення кірки, яка утворюється на поверхні сировини.
- Енергія, необхідна для нагрівання сировини. Нагрівання сировини необхідно для підвищення швидкості ферментації.
- Енергія, необхідна для очищення біогазу. Біогаз містить домішки, такі як вуглекислий газ, азот, водяна пара та інші. Для використання біогазу в якості палива ці домішки необхідно видалити.

Енергоефективність біогазового виробництва визначається як співвідношення між вихідною енергією, отриманою з біогазу, і енергією, затраченим на виробництво біогазу.

Енергоефективність біогазового виробництва може бути підвищена за рахунок наступних заходів:

- Використання високоякісної сировини. Вихід біогазу залежить від складу сировини. Використання сировини з високим вмістом органічних речовин

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволить підвищити вихід біогазу і, відповідно, енергоефективність виробництва.

- Використання ефективних технологій. Існує кілька технологій біогазового виробництва. Використання ефективних технологій дозволить підвищити вихід біогазу і зменшити енерговитрати на виробництво.
- Використання побічних продуктів. Біогазове виробництво також дозволяє отримувати побічні продукти, такі як компост і осад. Ці продукти також можуть бути використані для отримання енергії або для інших цілей.

Вплив біогазового виробництва на енергоефективність. Біогазове виробництво може мати значний вплив на енергоефективність. Воно дозволяє зменшити споживання енергії з традиційних джерел, таких як нафта, газ і вугілля. Це може призвести до зниження викидів парникових газів і зменшення залежності від імпортової енергії[25-28].

Висновок. Біогазове виробництво є ефективним способом отримання енергії з відходів тваринництва. Воно дозволяє зменшити споживання енергії з традиційних джерел, що може призвести до зниження викидів парникових газів і зменшення залежності від імпортової енергії.

Додаткові аргументи на користь біогазового виробництва.

Крім енергоефективності, біогазове виробництво має ряд інших переваг, таких як:

- Зменшення обсягів відходів. Біогазове виробництво дозволяє перетворити відходи тваринництва на цінні продукти, такі як біогаз, компост і осад. Це дозволяє зменшити обсяги відходів, що утилізуються на звалищах.
- Покращення екології. Біогазове виробництво дозволяє зменшити викиди парникових газів, таких як метан і вуглекислий газ. Це сприяє покращенню екології.
- Створення нових робочих місць. Біогазове виробництво є галуззю, яка має потенціал для створення нових робочих місць.

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{\text{ексСзаг}} = 270\,465/365 = 741 \text{ т}$$

$$m_{\text{ексКзаг}} = 55,2/365 = 0,151 \text{ т}$$

$$m_{\text{ексзаг}} = 7661,15 \text{ т}$$

$$m_{\text{ексСглобино}} = 109\,500/365 = 300 \text{ т}$$

Таб. 5.2.1.1.1 - «Кількість отриманого гною від с/г тварин в Полтавській області»

Категорія тварин	Середня вага тварини, кг	Вихід гною з тварини за добу (рік), кг	Вихід гною з усієї скотини в Полтавській області за добу (рік), тонн
ВРХ	625	40 (14,6 тис)	6,92 тис т (2,5 млн т)
СВИНЯ (заг.)	150	3 (1,1 тис)	741 т (270,5 тис т)
СВИНЯ (глобино)			300 т (109,5 тис т)
КУРКА	2	0,075 (27,4)	0,15т (55,2 т)
ЗАГАЛЬНА СУМА	-	43,075 (15,7 тис)	7,66 т (2,8 млн т)

Добова кількість води, яка потрапляє в систему:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = K * m_{\text{екс}} = 0,15 * 7661,15 = 1149,17, \text{ т}$$

$$m_{\text{H}_2\text{OГлобино}} = K * m_{\text{екс}} = 0,15 * 300 = 45, \text{ т}$$

Добовий вихід безпідстилкового гною:

$$m_{\text{гною}} = (m_{\text{екс}} + m_{\text{H}_2\text{O}}) = 7661,15 + 1149,17 = 8810,3 \text{ т}$$

$$m_{\text{гноюГлобино}} = (m_{\text{екс}} + m_{\text{H}_2\text{O}}) = (300 + 45) = 345, \text{ т}$$

Визначення річної кількості сухої речовини в біомасі:

Середній показник вологості екскрементів с/г тварин зазвичай сягає 80%. Раз ми знаходимо суху речовину, значить вона буде становити 20%.

										Арк.
										66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 17245 601-мТЗ

Річна кількість органічної речовини в біомасі	$m_{\text{СОРГНОЮ}}$	ТОНН	463 069/18 133
Добовий обсяг завантаження метантенку	$G_{\text{доб}}$	м3	319 (Глоб)
Об'єм бродильної камери	$V_{\text{Б.К.}}$	м3	9570 (Глоб)
Загальний об'єм метантенку	$V_{\text{МЕТ}}$	м3	11 962,5 (Глоб)
Внутрішній діаметр метантенку	$d_{\text{В}}$	м	24,06 (Глоб)
Висота метантенку	h	м	26,47 (Глоб)

4.2.2 Добовий та річний вихід біогазу

Річний вихід біогазу визначається за формулою:

$$V_{\text{ПОВ}} = m_{\text{СОРГНОЮ}} * \eta_{\text{ГНОЮ}} = 463\,069 * 295 = 136,6 \text{ МЛН, м}^3$$

$$V_{\text{ПОВГЛОБ}} = m_{\text{СОРГНОЮ}} * \eta_{\text{ГНОЮ}} = 18\,133 * 295 = 5,35 \text{ МЛН, м}^3$$

Річний вихід біогазу для обраної технології метанового бродіння:

$$V_{\text{Біогазу}} = V_{\text{ПОВ}} * 65/100 = 136,6 \text{ МЛН} * 65/100 = 88,8 \text{ МЛН, м}^3$$

$$V_{\text{БіогазуГЛОБ}} = V_{\text{ПОВ}} * 65/100 = 5,35 \text{ МЛН} * 65/100 = 3,48 \text{ МЛН, м}^3$$

Таб. 4.2.2.1 «Показники виходу біогазу»

Назва	Показник	Одиниці вимірювання	Кількість (заг/Глобино)
Річний вихід біогазу	$V_{\text{ПОВРІК}}$	м ³	136,6 МЛН/5,35 МЛН
Річний вихід біогазу для обраної технології метанового бродіння	$V_{\text{Біогазу}}$	м ³	88,8 МЛН/3,48 МЛН
Погодинний вихід біогазу для обраної технології метанового бродіння	$V_{\text{Біогазу}}$	м ³	10 278/403

4.2.3 Розрахунок тепловтрат

Кількість теплоти, яку можна отримати при використанні біогазу, МДж:

										Арк.
										68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 17245 601-МТЗ

біогазу протягом року (заг/Глоб)			
Середня кількість теплоти для підігрівання завантаженої протягом доби біомаси до температури процесу бродіння	$Q_{\text{під}}$	МДж	16,3 тис
Річна кількість теплоти для підігріву біомаси	$Q_{\text{мпідрік}}$	МДж	5,87 млн

Коефіцієнт теплообміну на зовнішній поверхні метантенку, залежить від швидкості вітру ($v_{\text{міс}}$)- швидкість теплоносія, м/с):

$$\alpha_{\text{січ}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{січ}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{3,5} = 24,696$$

$$\alpha_{\text{лют}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{лют}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{3,5} = 24,696$$

$$\alpha_{\text{бер}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{бер}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{3,6} = 24,882$$

$$\alpha_{\text{кві}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{кві}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{3,2} = 24,122$$

$$\alpha_{\text{тра}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{тра}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{2,7} = 23,102$$

$$\alpha_{\text{чер}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{чер}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{2,5} = 22,668$$

$$\alpha_{\text{лип}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{лип}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{2,4} = 22,444$$

$$\alpha_{\text{сер}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{сер}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{2,2} = 21,983$$

$$\alpha_{\text{вер}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{вер}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{2,4} = 22,444$$

$$\alpha_{\text{жов}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{жов}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{2,9} = 23,521$$

$$\alpha_{\text{лис}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{лис}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{3,6} = 24,882$$

$$\alpha_{\text{гру}} = 11,6 + 7 * \sqrt{v_{\text{гру}}} = 11,6 + 7 * \sqrt{3,4} = 24,507$$

Термічний опір теплопередачі:

										Арк.
										70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 17245 601-MT3

$$Q_{\text{ВТвер}} = k_{\text{Твер}} * S_{\text{мет}} * (t_{\text{бр}} - t_{\text{звер}}) = 0,012 * 2908,6 * (34 - 16) = 628,3, \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{ВТжов}} = k_{\text{Тжов}} * S_{\text{мет}} * (t_{\text{бр}} - t_{\text{зжов}}) = 0,012 * 2908,6 * (34 - 10) = 837,7, \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{ВТлис}} = k_{\text{Тлис}} * S_{\text{мет}} * (t_{\text{бр}} - t_{\text{злис}}) = 0,012 * 2908,6 * (34 - 5) = 1012,2, \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{ВТгру}} = k_{\text{Тгру}} * S_{\text{мет}} * (t_{\text{бр}} - t_{\text{згру}}) = 0,012 * 2908,6 * (34 - 5) = 1012,2, \text{ Вт}$$

1 Вт·год становить 3600 Дж, тепловтрати від метантенка в доквілля, що виражаються в МДж, тоді визначаються за формулою:

$$Q_{\text{ВТсіч}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТсіч}} * (24 * n_{\text{січ}}) = 3.6 * 10^{-3} * 1012,2 * (24 * 31) = 2711 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{ВТлют}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТлют}} * (24 * n_{\text{лют}}) = 3.6 * 10^{-3} * 1012,2 * (24 * 29) = 2711 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{ВТбер}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТбер}} * (24 * n_{\text{бер}}) = 3.6 * 10^{-3} * 1012,2 * (24 * 31) = 2711 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{ВТкві}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТкві}} * (24 * n_{\text{кві}}) = 3.6 * 10^{-3} * 1012,2 * (24 * 30) = 2711 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{ВТтра}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТтра}} * (24 * n_{\text{тра}}) = 3.6 * 10^{-3} * 802,8 * (24 * 31) = 2150 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{ВТчер}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТчер}} * (24 * n_{\text{чер}}) = 3.6 * 10^{-3} * 628,3 * (24 * 30) = 1682,8 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{ВТлип}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТлип}} * (24 * n_{\text{лип}}) = 3.6 * 10^{-3} * 541 * (24 * 31) = 1449 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{ВТсер}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТсер}} * (24 * n_{\text{сер}}) = 3.6 * 10^{-3} * 523,5 * (24 * 31) = 1402 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{ВТвер}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТвер}} * (24 * n_{\text{вер}}) = 3.6 * 10^{-3} * 628,5 * (24 * 30) = 1682,8 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{ВТжов}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТжов}} * (24 * n_{\text{жов}}) = 3.6 * 10^{-3} * 837,7 * (24 * 31) = 2243 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{ВТлис}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{ВТлис}} * (24 * n_{\text{лис}}) = 3.6 * 10^{-3} * 1012,2 * (24 * 30) = 2711 * 10^3, \text{ МДж}$$

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{втр}_\text{гру}} = 3.6 * 10^{-3} * Q_{\text{втр}_\text{гру}} * (24 * n_{\text{гру}}) = 3.6 * 10^{-3} * 1012,2 * (24 * 31) = 2711 * 10^3, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{втр}_\text{рік}} = 26,87 * 10^6, \text{ МДж}$$

Загальна витрата енергії на механічне перемішування біомаси в метантенку визначається за формулою:

$$Q_{\text{мех}} = (q_{\text{норм}} * V_{\text{МЕТ}} * Z) / 1000 = (50 * 11962,5 * 4) / 1000 = 2392,5 \text{ МДж/міс.}$$

Втрати енергії на перемішування біомаси в МДж/міс:

$$Q_{\text{мехміс}} = 3,6 * Q_{\text{мех}} * n = 3,6 * 2392,5 * 30 = 258,4 \text{ тис, МДж/міс.}$$

Річні втрати на перемішування:

$$Q_{\text{мехрік}} = 258,4 \text{ тис} * 12 = 3,1 \text{ млн, МДж.}$$

Сумарні витрати енергії для реалізації процесу протягом місяця становитимуть:

$$Q_{\text{загсіч}} = Q_{\text{мпідсіч}} + Q_{\text{втсіч}} = 22,3 \text{ тис} + 2711000 = 2,73 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{заглют}} = Q_{\text{мпідлют}} + Q_{\text{втлют}} = 22,6 \text{ тис} + 2711000 = 2,73 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{загбер}} = Q_{\text{мпідбер}} + Q_{\text{втбер}} = 21,1 \text{ тис} + 2711000 = 2,73 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{загкві}} = Q_{\text{мпідкві}} + Q_{\text{вткві}} = 18,1 \text{ тис} + 2711000 = 2,73 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{загтра}} = Q_{\text{мпідтра}} + Q_{\text{вттра}} = 14,5 \text{ тис} + 2150000 = 2,16 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{загчер}} = Q_{\text{мпідчер}} + Q_{\text{втчер}} = 11,5 \text{ тис} + 1682800 = 1,69 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{заглип}} = Q_{\text{мпідлип}} + Q_{\text{втлип}} = 9,9 \text{ тис} + 1449000 = 1,46 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{загсер}} = Q_{\text{мпідсер}} + Q_{\text{втсер}} = 9,7 \text{ тис} + 1402000 = 1,41 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{загвер}} = Q_{\text{мпідвер}} + Q_{\text{втвер}} = 11,5 \text{ тис} + 1682800 = 1,69 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{загжов}} = Q_{\text{мпіджов}} + Q_{\text{втжов}} = 15 \text{ тис} + 2243000 = 2,25 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{заглис}} = Q_{\text{мпідлис}} + Q_{\text{втлис}} = 18,1 \text{ тис} + 2711000 = 2,72 * 10^6, \text{ МДж}$$

$$Q_{\text{заггру}} = Q_{\text{мпідгру}} + Q_{\text{втгру}} = 21,1 \text{ тис} + 2711000 = 2,73 * 10^6, \text{ МДж}$$

Сумарні річні втрати енергії для реалізації процесу:

$$Q_{\text{заг}} = 27,03 * 10^6, \text{ МДж}$$

Таб. 4.2.3.3 «Витрати тепла»

Назва	Показник	Одиниці виміру	Кількість
-------	----------	----------------	-----------

										Арк.
										75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	MP 17245 601-МТЗ					

Величина тепловтрат із внутрішнього середовища	$Q_{\text{вт}}$	Вт	Січень = 1012,2 Лютий = 1012,2 Березень = 1012,2 Квітень = 1012,2 Травень = 802,8 Червень = 628,3 Липень = 541 Серпень = 523,5 Вересень = 628,3 Жовтень = 837,7 Листопад = 1012,2 Грудень = 1012,2 Сер.міс = 836,2 Рік = 10 034,8
Тепловтрати від метантенка в довкілля, середньомісячна	$Q_{\text{вт}}$	МДж	Січень = $2711 \cdot 10^3$ Лютий = $2711 \cdot 10^3$ Березень = $2711 \cdot 10^3$ Квітень = $2711 \cdot 10^3$ Травень = $2150 \cdot 10^3$ Червень = $1682,8 \cdot 10^3$ Липень = $1449 \cdot 10^3$ Серпень = $1402 \cdot 10^3$ Вересень = $1682,8 \cdot 10^3$ Жовтень = $2243 \cdot 10^3$ Листопад = $2711 \cdot 10^3$ Грудень = $2711 \cdot 10^3$
Тепловтрати від метантенка в довкілля, річна	$Q_{\text{втрік}}$	МДж	$26,87 \cdot 10^6$

Втрати енергії на перемішування біомаси, щомісячно	$Q_{\text{мех(міс)}}$	МДж	$258,4 \cdot 10^3$
Втрати енергії на перемішування біомаси, за рік	$Q_{\text{мехрік}}$	МДж	$3,1 \cdot 10^6$
Сумарні витрати енергії для реалізації процесу протягом місяця	$Q_{\text{заг(міс)}}$	МДж	Січень = $2,73 \cdot 10^6$ Лютий = $2,73 \cdot 10^6$ Березень = $2,73 \cdot 10^6$ Квітень = $2,73 \cdot 10^6$ Травень = $2,16 \cdot 10^6$ Червень = $1,69 \cdot 10^6$ Липень = $1,46 \cdot 10^6$ Серпень = $1,41 \cdot 10^6$ Вересень = $1,69 \cdot 10^6$ Жовтень = $2,25 \cdot 10^6$ Листопад = $2,72 \cdot 10^6$ Грудень = $2,73 \cdot 10^6$
Сумарні річні втрати енергії для реалізації процесу	$Q_{\text{заг}}$	МДж	$27,03 \cdot 10^6$
Кількість енергії необхідна для очищення біогазу	$Q_{\text{очищ}}$	МДж	$7,9 \cdot 10^3$
Кількість біогазу необхідна для підтримання температурного	$V_{\text{бг(міс)}}$	М ³	Січень = 116 170 Лютий = 116 170 Березень = 116 170 Квітень = 116 170

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Кількість біогазу необхідна для підтримання температурного режиму в середині метантенку становить:

$$V_{\text{бгсіч}} = Q_{\text{загсіч}}/Q_{\text{н}} = 2,73 \cdot 10^6 / 23,5 = 116\,170, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бглют}} = Q_{\text{заглют}}/Q_{\text{н}} = 2,73 \cdot 10^6 / 23,5 = 116\,170, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бгбер}} = Q_{\text{загбер}}/Q_{\text{н}} = 2,73 \cdot 10^6 / 23,5 = 116\,170, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бгкві}} = Q_{\text{загкві}}/Q_{\text{н}} = 2,73 \cdot 10^6 / 23,5 = 116\,170, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бгтра}} = Q_{\text{загтра}}/Q_{\text{н}} = 2,16 \cdot 10^6 / 23,5 = 91\,915, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бгчер}} = Q_{\text{загчер}}/Q_{\text{н}} = 1,69 \cdot 10^6 / 23,5 = 71\,915, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бглип}} = Q_{\text{заглип}}/Q_{\text{н}} = 1,46 \cdot 10^6 / 23,5 = 62\,127,7, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бгсер}} = Q_{\text{загсер}}/Q_{\text{н}} = 1,41 \cdot 10^6 / 23,5 = 60\,000, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бгвер}} = Q_{\text{загвер}}/Q_{\text{н}} = 1,69 \cdot 10^6 / 23,5 = 71\,915, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бгжов}} = Q_{\text{загжов}}/Q_{\text{н}} = 2,25 \cdot 10^6 / 23,5 = 95\,744,7, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бглис}} = Q_{\text{заглис}}/Q_{\text{н}} = 2,72 \cdot 10^6 / 23,5 = 115\,744,7, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бггру}} = Q_{\text{заггру}}/Q_{\text{н}} = 2,73 \cdot 10^6 / 23,5 = 116\,70, \text{м}^3$$

Річні витрати:

$$V_{\text{бгрік}} = 1,15 \text{ млн, м}^3.$$

Середньомісячна товарна кількість біогазу визначається наступним чином:

$$V_{\text{бгтовГлоб}} = V_{\text{Біогазу}}/\tau \cdot n - V_{\text{бг}} = 3,48 \text{ млн}/365 \cdot 30 - 95\,833 = 190,2 \text{ тис, м}^3 \quad (V_{\text{Біогазу}} / V_{\text{бг}} = 2.75\%)$$

$$V_{\text{бгтовЗаг}} = V_{\text{Біогазу}}/\tau \cdot n - V_{\text{бг}} = 88,8 \text{ млн}/365 \cdot 30 - (88,8 \text{ млн} \cdot 2.75\% = 2\,442\,000) = 4,86 \text{ млн, м}^3$$

Річний товарний біогаз:

$$V_{\text{бгтоврікЗаг}} = 4,86 \text{ млн} \cdot 12 = 58,3 \cdot 10^6, \text{м}^3$$

$$V_{\text{бгтоврікГлоб}} = 190,2 \text{ тис} \cdot 12 = 2,28 \cdot 10^6, \text{м}^3.$$

Таб. 4.2.3.4 «Кількість отриманого товарного біогазу»

Назва	Показник	Одиниці виміру	Кількість
Об'єм товарного	$V_{\text{бгтов(міс)}}$	м^3	4,86 млн/190,2 тис

										Арк.
										79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 17245 601-МТЗ

Назва	Показник	Одиниці виміру	Кількість
Загальна кількість тепла, що може бути отримана з товарного біогазу, щомісячний (заг/Глоб)	$Q_{\text{бгтов(міс)}}$	МДж	114,2 млн/4,47 млн
Загальна кількість тепла, що може бути отримана з товарного біогазу, річна (заг/Глоб)	$Q_{\text{бгтоврік}}$	МДж	$1,37 \cdot 10^9 / 53,6 \cdot 10^6$
Коефіцієнт товарності біогазової установки	$K_{\text{тов}}$	%	66,6
Річне заміщення умовного палива (заг/Глоб)	Ву.п.	Тонн.у.п.	46,8 тис/1830

4.2.5 Розрахунок зменшення викидів CO_2 в атмосферу

Скорочення викидів вуглекислого газу в атмосферу при заміщенні природного газу на біогаз розраховуємо за наступною формулою:

$$M_{\text{CO}_2} = V_{\text{Біогазу}} \cdot 0,6 \cdot 1,97 = 3,48 \text{ млн} \cdot 0,6 \cdot 1,97 = 4,1 \cdot 10^6, \text{ кг/рік}$$

Енергетичний баланс біогазової установки:

$$Q_{\text{ен.б}} = Q_{\text{біогрік}} - Q_{\text{мпідрік}} - Q_{\text{ВТ}} - Q_{\text{бгтоврік}} = 80,4 \cdot 10^6 - 5,86 \cdot 10^6 - 10 \cdot 10^3 - 53,6 \cdot 10^6 = 20,9 \cdot 10^6 \text{ тис, МДж}$$

										Арк.
										81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 17245 601-мТЗ

Розрахуємо вартість товарного біогазу за формулою (для Полтавської обл.):

$$V_{\text{тбУкрЗаг}} = C_{\text{бУкр}} * V_{\text{бгтоврік}} = 0,35 * 58,3 \text{ млн} = 20\,405\,000 \text{ євро}$$

$$V_{\text{тбІтЗаг}} = C_{\text{бІт}} * V_{\text{бгтоврік}} = 1 * 58,3 \text{ млн} = 58\,300\,000 \text{ євро}$$

$$V_{\text{тбФЗаг}} = C_{\text{бФ}} * V_{\text{бгтоврік}} = 1,2 * 58,3 \text{ млн} = 69\,960\,000 \text{ євро}$$

Ми маємо наступні дані:

Таб. 4.4.1.2 «Вартість товарного біогазу (Загальна)»

Країна	Річний об'єм біогазу, м ³	Вартість 1 м ³ біогазу, Ц _б , євро	Кількість грошової одиниці в євро	Кількість грошової одиниці в грн
Україна	4,86*10 ⁶	0,35	20,4 млн	809,95 млн
Італія		1	58,3 млн	2,3 млрд
Франція		1,2	69,96 млн	2,78 млрд

4.4.2 Конвертація та розрахунок вартості товарної електроенергії

Розглянемо тепер вартість за саму електроенергію, отриману з біогазу. Конвертуймо її в грошову валюту. Розглянемо дану кількість ресурсу у вигляді української та європейської валюти в різних країнах, щоб побачити найбільш вигіднішу для продажу.

В першій частині розділу було проаналізовано вплив біогазового виробництва на енергоефективність, визначені основні енерговитрати на виробництво біогазу, енергоефективність виробництва.

В другій частині проходили основні розрахунки. За даними розрахунками було визначено наступне: загальний об'єм для метантенку становить – 11 962 м³, тобто даний об'єм можна поділити на 2-3 реактора, кількість теплоти необхідної для підігріву біомаси – 5,87 млн МДж, величину тепловтрат із внутрішнього середовища – 10 035 МДж, втрати на механічне перемішування біомаси – 3,1 млн МДж/рік, річний вихід товарного біогазу – 2,28 млн м³ з кількості поголів'я тварин ТОВ «Свинокомплексу Глобино» і 58,3 млн загально (з Полтавської області), коефіцієнт товарності установки з урахуванням виготовлення біогазу тільки з тваринних відходів становить 66,6%, та розраховано енергетичний баланс установки, який становить +20,9 млн МДж.

В третій частині було конвертовано товарний біогаз в електроенергію, що становить на рік $9,13 \cdot 10^3$ МВт (Глобино) і $233,3 \cdot 10^3$ МВт (Полтавської обл.).

В останній частині розраховували вартість товарного біогазу та конвертовану з нього електроенергію. Вартість була визначена рамками різних країн, загалом в Україні вартість 2,28 млн м³ біогазу становить найменше в Європі – 798 000 євро та в конвертації на $9,13 \cdot 10^3$ МВт електроенергії – 607 225,5 євро, в Італії 2,28 млн євро за біогаз і 1,227 млн євро за електроенергію, у Франції 2,736 млн євро за біогаз та 1,309 млн євро за електроенергію. Було обрано тільки 2 європейські країни, оскільки їх біржова ціна на ринку є найвигіднішою. А якщо оцінювати Полтавську область, то вона матиме 4,86 млн м³ біогазу вартістю 20,4-70 млн євро, та в конвертації на 233,3 тис мВт електроенергії – 15,5-33,5 млн євро. Виходячи з розрахунків і представлених біржових цін, можна виділити дві країни, яким буде найвигідніше продавати ресурс, в разі потреби. Це Франція і Італія.

					MP 17245 601-MT3	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

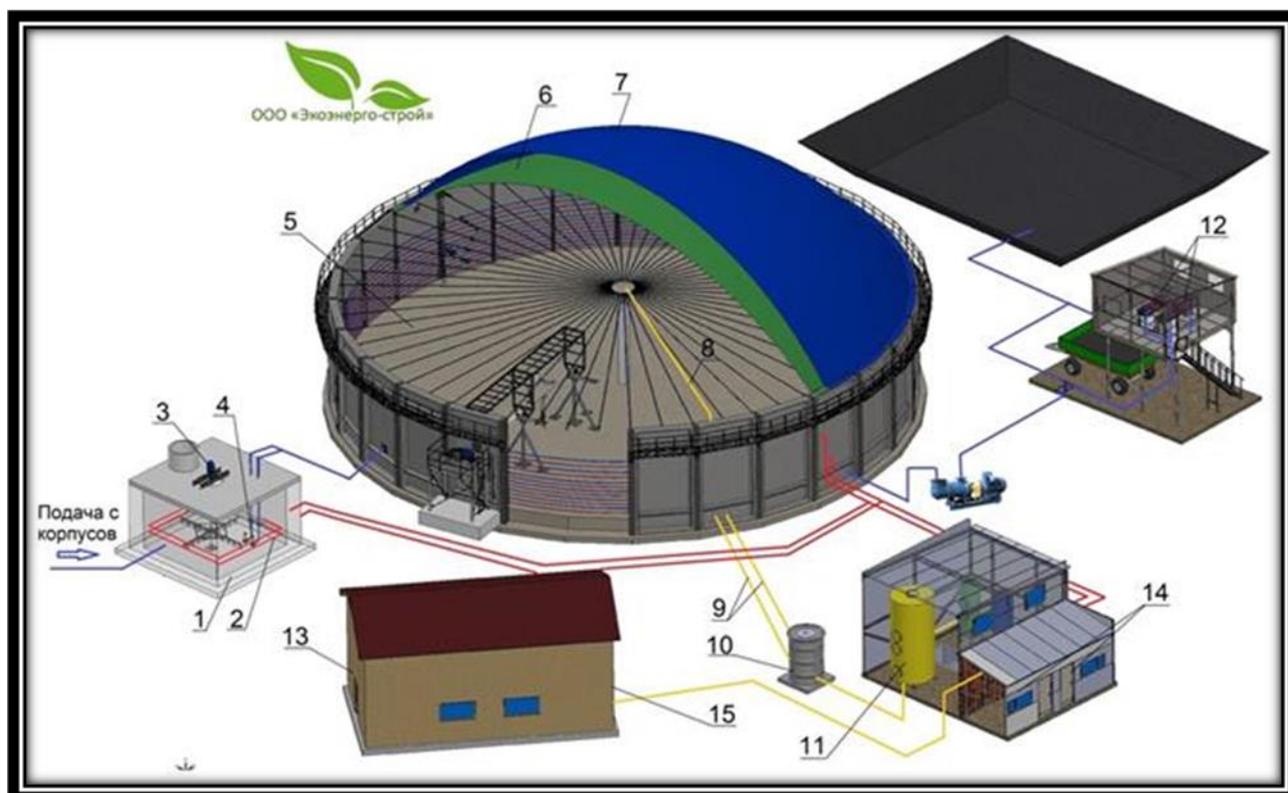
- Видалення осаду. Осад, що утворюється в процесі анаеробного розкладання, видаляється з метантенка.

Біогаз можна використовувати для різних цілей, таких як: опалення, освітлення, приведення в дію двигунів, виробництво електроенергії, виробництво добрив.

Вихід біогазу. З 1 тонни органічного бродильного матеріалу утворюється приблизно ~350-450 кубічних метрів (м³) біогазу з теплотворністю 23...25 МДж/м³. Це означає, що 1 кубічний метр біогазу по теплоті еквівалентний 4 кВт*год електроенергії або 1,5 кг кам'яного вугілля.

Таб.5.2.1 – показники виходу біогазу

Показники	Значення
Вихід біогазу з 1 тонни органічного бродильного матеріалу	350-400 м ³
Теплотворність біогазу	23...25 МДж/м ³
Теплотворність 1 м ³ біогазу	еквівалентна 4 кВт*год електроенергії або 1,5 кг кам'яного вугілля



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 17245 601-МТЗ

Арк.

89

Зображ.5.1.1– Загальна схема біогазової установки. Приймаючий резервуар (1) з системою опалення (2) та механічного перемішування – мішалки (3). Система подачі субстрату (4) в метантенк (5). Газгольдер (6). Купол (7). Система газовідведення (8) та газоподачі (9) з системою відводу конденсату (10) та сіркоочищення (11). Сепаратор (12). Система автоматики, візуалізації процесів керування (13). Теплопункт (14). Когенератор (15) [35].

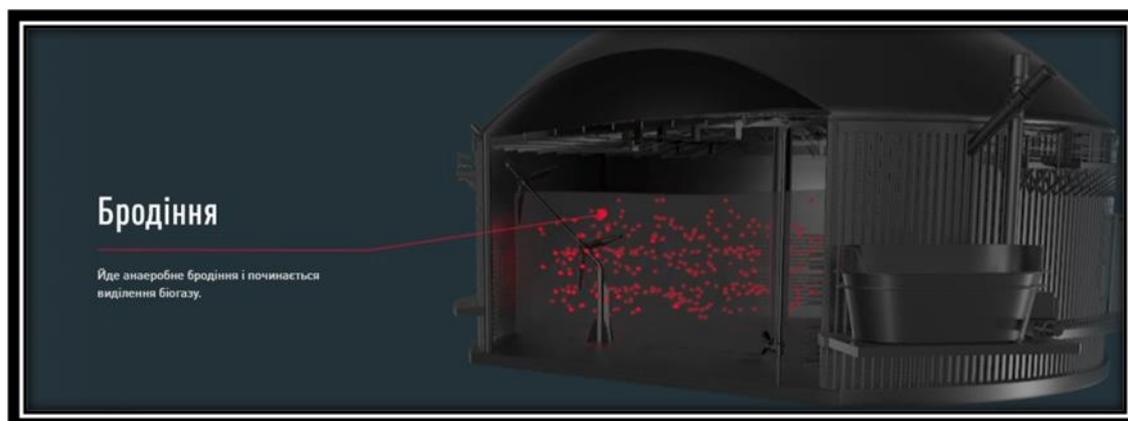
Взагалі, якісна біогазова установка повинна мати такі частини:

- Ємність гомогенізації
- Завантажувач твердої (рідкої) сировини
- Реактор
- Мішалки
- Газгольдер
- Система змішування води і опалення
- Газова система
- Насосна станція
- Сепаратор
- Прилади контролю
- Система безпеки [36]

Розглянемо основні елементи самого біореактора детальніше [37]:

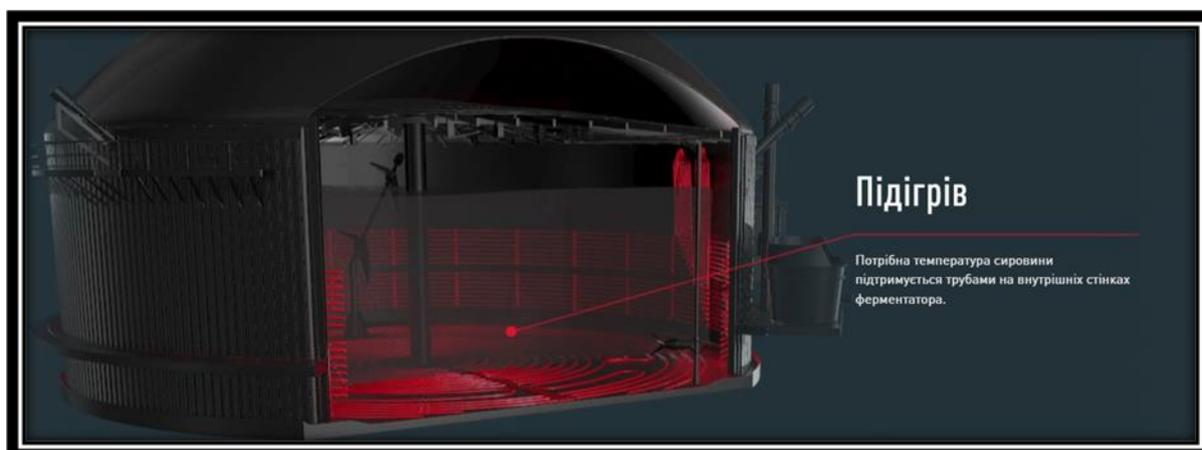
					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Реактор – є найважливішим елементом БГУ. Саме тут за допомогою анаеробних бактерій відбувається ферментація та виділення біогазу. Реактор являє собою контейнер, виготовлений із сталі або залізобетону.



Зображ.5.1.4 – схема БГУ: реактор

4. Нагрівні труби – у біогазовому реакторі для життєдіяльності бактерій температуру слід підтримувати в діапазоні від 34 до 55°C, і може знадобитися як нагрівання так і охолодження. Дані дії можуть здійснюватися за допомогою труб усередині реактора або у зовнішньому теплообміннику.



Зображ.5.1.5 – схема БГУ: нагрівні труби

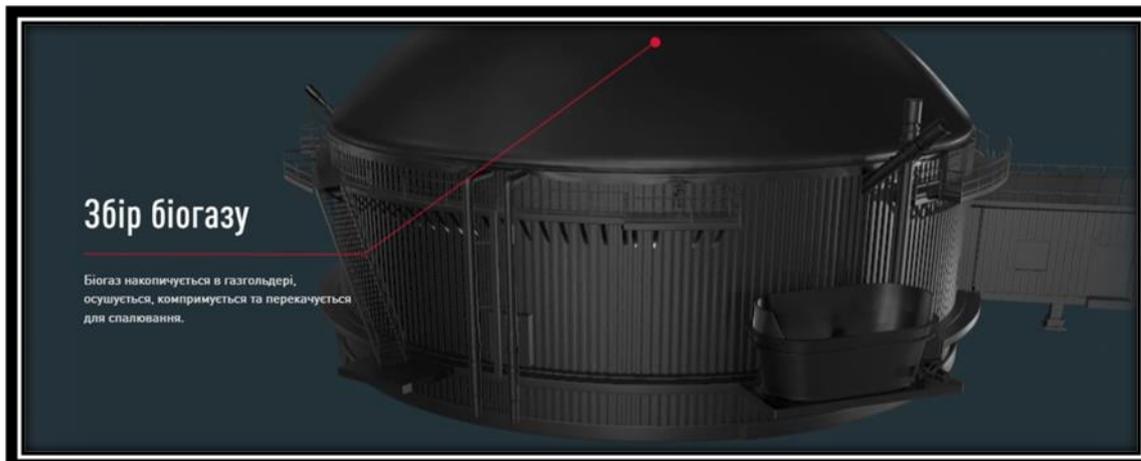
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MP 17245 601-мТЗ

Арк.

92

7. Газгольдер – біогаз накопичується в газгольдері, осушується, компримується та перекачується для спалювання.



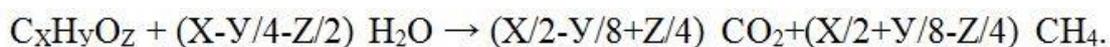
Зображ.5.1.8 – схема БГУ: газгольдер

8. Чилер біогазу – це обладнання для одночасного охолодження біогазу та видалення конденсату (зневоднення).



Зображ.5.1.9 – схема БГУ: чилер біогазу

В Китаї широко розповсюджена БГУ "Габор", яка розміщена під землею. Камера зброджування і газгольдер урівноважені між собою. Процес бродіння протікає стихійно, безконтрольно і без перемішування. Основне рівняння, що описує анаеробне зброджування, має вигляд:



										Арк.
										94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 17245 601-мТЗ

- Розвиток місцевої економіки: Виробництво біогазу в сільських районах може сприяти розвитку місцевої економіки та створенню нових робочих місць. Гроші, отримані від продажу біогазу, залишаються в регіонах.
- Експорт біомаси і біопалив: У разі надмірної виробництва біогазу та біопалива є можливість їх експорту, що може стати джерелом додаткових доходів для країни.
- Зниження викидів парникових газів: Використання біогазу та відновлювальних джерел сприяє зменшенню викидів парникових газів, що важливо в контексті боротьби з кліматичними змінами.
- Постійне зростання екологічних вимог: Відновлювальні джерела енергії відповідають ростущим екологічним вимогам та допомагають зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

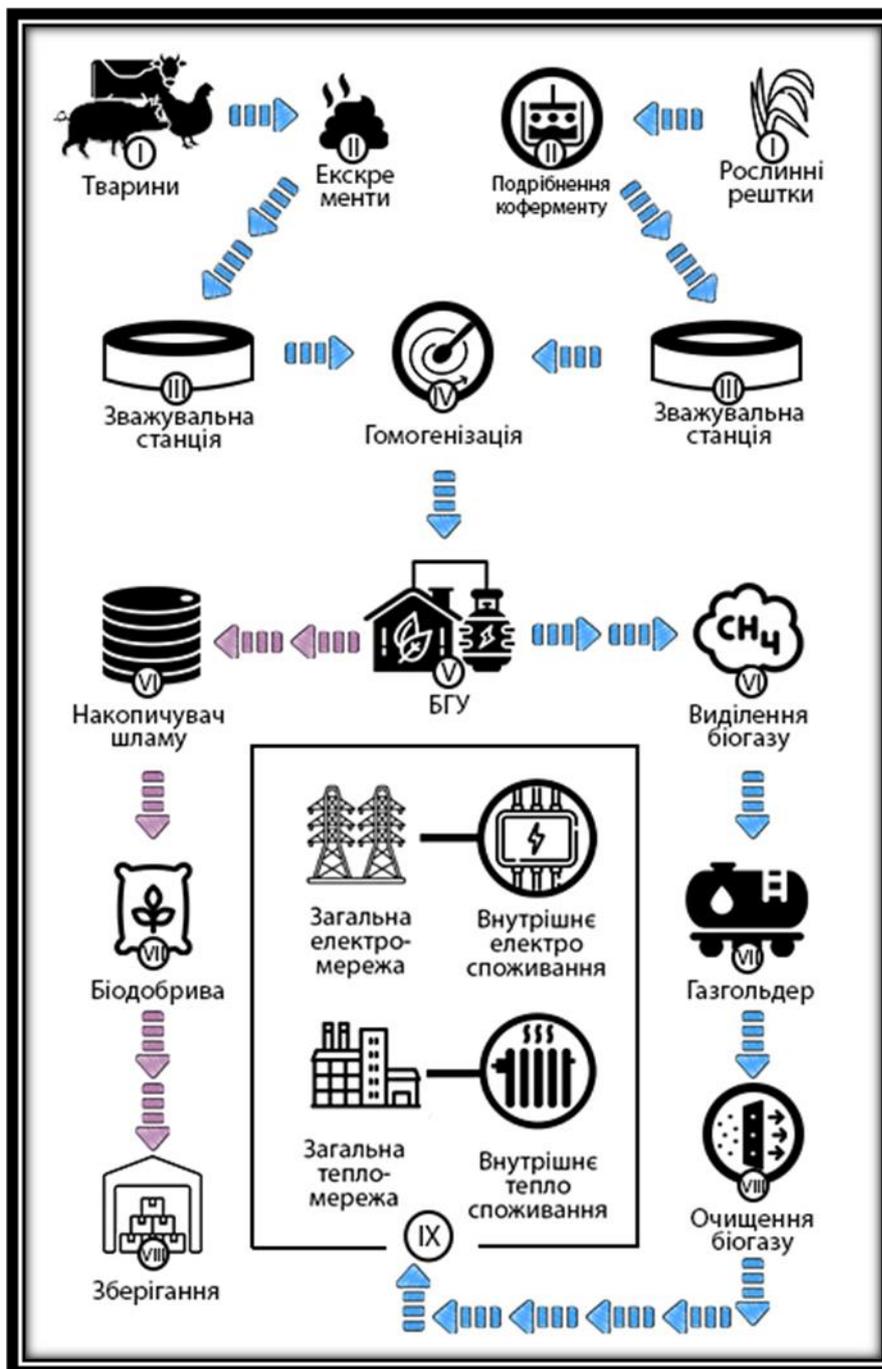
Ці фактори роблять перехід до біогазу та відновлювальних джерел енергії важливим кроком для сталого енергетичного розвитку [35].

5.2. Організація технологічної та апаратурної схеми анаеробного бродіння

Біогаз - це газ, який утворюється в результаті анаеробного бродіння органічних речовин. Він складається з метану (50-70%), вуглекислого газу (25-40%), аміаку (1-5%), водню (0-1%) та інших домішок.

Основною сировиною для біогазових установок є гній тварин, рослинні відходи та інші органічні речовини. У випадку з даною біогазовою установкою основною сировиною є гній великої рогатої худоби (ВРХ), до якого додається кукурудзяний силос як кофермент.

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Зображ.5.2.1 – Технологічна схема установки

Технологічний процес біогазової установки складається з наступних етапів:

1. Подрібнення рослинних решток (даний етап не був врахований в розрахунки). Цей етап необхідний для того, щоб забезпечити рівномірне перемішування сировини та її контакт з бактеріями, які беруть участь у процесі бродіння.

										Арк.
										99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

2. Гомогенізація сировини. Цей етап забезпечує рівномірний розподіл сировини по всьому об'єму реактора.
3. Завантаження сировини в метантенк (реактор). Метантенк (реактор) - це герметична ємність, в якій відбувається анаеробне бродіння сировини. Готову суміш сировини періодично закачують в метантенк. Там вона підігрівається до температури бродіння (34-35 °С) за допомогою теплообмінника. Метантенк має сталеву конструкцію і утеплений мінеральною ватою.
4. Анаеробне бродіння. Цей процес відбувається за температури 35 °С, тиску 200-500 Па і триває близько 30 днів. В результаті бродіння утворюється біогаз, який накопичується в газгольдері.
5. Очищення біогазу. Біогаз містить домішки (H_2S , H_2O), які можуть пошкодити обладнання біогазової установки. Тому біогаз очищається від домішок перед використанням.
6. Використання біогазу. Біогаз може використовуватися для виробництва електроенергії, опалення, транспортування та інших цілей.

Ефективне метаногенне бродіння органічних речовин вимагає наступних чотирьох основних умов:

- Анаеробна атмосфера (відсутність кисню).
- Відповідна температура для бродіння маси.
- Слаболужне середовище (рН).
- Наявність метаноутворюючих бактерій.

У даному випадку біогаз буде використовуватися для виробництва електроенергії. Газопоршнева електростанція, яка встановлена на біогазовій установці, може виробляти електроенергію, яка використовується для живлення всіх елементів біогазової установки, а також скидається в електромережу за зеленим тарифом.

Залишкові продукти ферментації, які є дуже добрим біодобривом, накопичуються в ємностях для збору та в подальшому використовуються на потреби фермерського господарства.

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 5.3.3 – Похила мішалка BioSub 11 кВт «Zorg»

Таблиця 5.3.3 - Основні характеристики мішалки похилої 11 кВт «Zorg»

Потужність двигуна, кВт	11
Осьове зусилля, Н	6000
Номінальний струм, А	21,5
Обсяг витіснення за годину, м ³ /год	6600
Швидкість, об/хв	54
Вага, кг	До 1500
Двигун	400 В (+/- 10 %) змінного струму, номінальна частота 50 Гц, ступінь захисту IP54
Вартість, євро	~10.000
Необхідна кількість, шт.	4 (2 на кожен реактор)

Для виробництва електричної енергії було обрано газо-поршкову електростанцію PowerLink GE220-NG

						MP 17245 601-МТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			104



Рисунок 5.3.4 - Газо-поршнева електростанція (ГПУ) PowerLink GE220-NG

Нижче наведено основні характеристики ГПУ:

Таблиця 5.3.4 - Основні характеристики газо-поршневої електростанції (ГПУ)

PowerLink GE220-NG

Номінальна напруга, В	400
Номінальна потужність, кВт	220
Коефіцієнт потужності	0.8
Номінальний струм, А	455
Кількість циліндрів, шт..	6L
Робочий об'єм, л	12.82
Витрати палива при 100% навантаженні, м3/год	51
Робочий тиск, кПа	10-20
Номінальна кількість обертів, об/хв	1500
Габарити (Д*Ш*В), мм	6000*2400*2500
Вартість, євро	47 000
Необхідна кількість, шт.	1

Річний об'єм отриманого біогазу становить 3,48 млн м³, розрахунково, це 403 м³ за годину. Тож для спалювання біогазу було обрано газовий факел

										Арк.
										105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 17245 601-МТЗ

компанії «Zorg» закритого типу FAII 400. (Примітка: Як альтернативу факелу можна обирати теплогенератор).



Рисунок 5.3.5 – Газовий пальник відкритого типу FAII 400 «Zorg»

Таблиця 5.3.5 - Основні характеристики газового пальника відкритого типу FAII 400 «Zorg»

Діаметр з'єднання, мм	100
Пропускна здатність, норм.м ³ /год	350-430
Вартість, євро	28 800
Необхідна кількість, шт.	1

Для визначення концентрації речовин (метану, вуглекислого газу, сірководню та кисню) зазвичай використовують газоаналізатор, для цього підійде переносний газоаналізатор МТ 540.

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106



Рисунок 5.3.6 – Переносний газоаналізатор MT 540 «Zorg»

Таблиця 5.3.6 - Основні характеристики газового аналізатора MT 540 «Zorg»

Метан (CH ₄), діапазон вимірювання:	від 0 до 100 % об., ІЧ-спектроскопія
Вуглекислий газ (CO ₂), діапазон вимірювання:	від 0 до 100 % об., ІЧ-спектроскопія
Кисень (O ₂), діапазон вимірювання:	від 0 до 25 % об., електрохімічний датчик (опціонально)
Сірководень (H ₂ S), діапазон вимірювання:	від 0 до 2 000 ppm, електрохімічний датчик (опціонально)
Монооксид вуглецю (CO), діапазон вимірювання:	від 0 до 500 ppm, електрохімічний датчик (опціонально)
Вибухозахист:	TÜV 07 ATEX 553353 X, II2G Ex de ib ІІВ Т4 Gb, ІІС із сумкою для перенесення TG8
Зв'язок із ПК	через інтерфейс USB
Вартість, євро	5 700
Необхідна кількість, шт.	1

Для рівномірного розподілу і забезпечення кисню в реакторі, оберемо газодувку на 219 м³/год від компанії «Zorg».

										Арк.
										107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 17245 601-МТЗ



Рисунок 5.3.8 – гідроциклон «Zorg»

Таблиця 5.3.8 - Основні характеристики гідроциклону «Zorg»

Пропускна здатність, л/хв:	600–1800
Допустима консистенція, від ваги субстрату:	2–20 %
Розмір частинок, мм:	0,1–30
Втрата тиску, бар:	0,5–2
Вартість, євро	92 000
Необхідна кількість, шт.	2 (по 1 на кожен реактор)

Для заправки сировини оберемо Завантажувач твердих субстратів Р4030, 30 м³.

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109



Рисунок 5.3.9 – Завантажувач твердих субстратів P4015 «Zorg»

Таблиця 5.3.9 - Основні характеристики завантажувача твердих субстратів P4015 «Zorg»

Об'єм приймального бункера:	15 м ³
Продуктивність:	до 60 м ³ /год
Довжина:	3850 мм
Ширина:	2795 мм
Загальна висота:	3185 мм
Змішувальні шнеки:	1
Регульовані XS-ножі:	6
Крутний момент планетарного редуктора:	до 52 000 Нм
Потужність двигуна, кількість x кВт:	1 x 30
Вартість, євро	68 200
Необхідна кількість, шт.	2 (по 1 на кожен реактор)

Для моніторингу біологічних процесів у біогазовій установці підберемо лабораторію BLP1-A.

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

Газоаналізатор:	H ₂ S, CH ₄ , CO ₂ , O ₂
Вартість, євро	65 300
Необхідна кількість, шт.	2 (по 1 на кожен реактор)

Для осушення біогазу було обрано чиллер (35-10) 100 м³/год від компанії «Zorg».



Рисунок 5.3.11 – Чиллер 200 м³/год «Zorg»

Таблиця 5.3.11 - Основні характеристики чиллеру 200³/год «Zorg»

Пропускна здатність, Нм ³ /година	200
Зміст H ₂ S, ppm	до 20 000 (2.0 % об.)
Температура газу на вході, °С	до 35
Температура газу на виході, °С	до 10
Тиск газу на вході, мбар	-100 до +500
Температура навколишнього середовища, °С	-20 до +45
Вартість, євро	50 400
Необхідна кількість, шт.	2 (по 1 на кожен реактор)

Для сепарації густих і рідких середовищ було обрано прес-шнековий сепаратор PSS-1.1 300.

										Арк.
										112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

MP 17245 601-МТЗ



Рисунок 5.3.12 – Сепаратор PSS-1.2 500 «Zorg»

Таблиця 5.3.12 - Основні характеристики сепаратору PSS-1.2 500 «Zorg»

Універсальний мотор-редуктор, кВт/В/Гц	4/400/50
Макс. пропускна здатність, м ³ /час	40
Шнек	з нержавіючої сталі
Сіто	чавун
Корпус	з литого чавуну
Монтажна рама	з нержавіючої сталі для монтажу на підлозі
Фланець тиску з регулятором:	з нержавіючої сталі з 4 противагами
Осцилятор підключення, "	4
Редукторний двигун:	U ІЕС 4 кВт (F10632720)
Вартість, євро	32 500
Необхідна кількість, шт.	2 (по 1 на кожен реактор)

Для очистки біогазу від забруднень було обрано фільтр з активованим вугіллям 100 м³/год від компанії «Zorg».

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113



Рисунок 5.3.13 – Фільтр з активованим вугіллям 220 м³/год «Zorg»

Таблиця 5.3.13 - Основні характеристики фільтру 220 м³/год «Zorg»

Підключення до газової мережі DN, мм	80, 100, 125
Об'єм активованого вугілля, м ³	0,6
Пропускна здатність, м ³ /год	220
Діаметр та висота, мм	850x2.250
Вартість, євро	26 500
Необхідна кількість, шт.	2 (по 1 на кожен реактор)

Загальна вартість всього обладнання складає 1 599 900 євро. Якщо порівняти розрахований дохід (607 225–2 736 000 євро) і вартість обладнання, то термін окупності становитиме:

$$T_{\text{окуп.}} = 1\,599\,900 / (607\,225 - 2\,736\,000) = 0,6-2,6 \text{ років.}$$

Висновки до п'ятого розділу

В першій частині було розглянуто загальну схему БГУ, основні елементи біореактора та як вони працюють і взаємодіють між собою, етапи процесу зброджування, перспективи розвитку даної теми в Україні.

В другій частині було розроблено технологічну та апаратурну схему для БГУ та анаеробного бродіння щоб зрозуміти принцип роботи та розташування обладнання.

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В третій – підібрано обладнання, зокрема: БГУ з гнучким газгольдером від компанії «Zorg» x2 шт., мішалки: занурювальну на 11 кВт x4 шт. та похилу Bio-Sub на 11 кВт «Zorg» x4 шт., ГПУ (газо-поршневу установку/електростанцію) PowerLinkGE220-NG x1 шт., газовий пальник «Zorg» закритого типу FAП 400 «Zorg» x1 шт., переносний газоаналізатор MT 540 «Zorg» x1 шт., газодувка 219 м³/год «Zorg» x2 шт., гідроциклон «Zorg» x2 шт., завантажувач твердих субстратів P4015 «Zorg» x2 шт., лабораторія BLP1-A «Zorg» x2 шт., чиллер 200 м³/год «Zorg» x2 шт., сепаратор PSS-1.2 500 «Zorg» x2 шт., фільтр з активованим вугіллям 220 м³/год «Zorg» x2 шт..

При цьому загальна вартість всього підбраного обладнання становить 1 599 900 євро, із цього визначено термін окупності при річному доході в 607225-2736000 євро, який становить 0,6 років якщо продавати біогаз в країні європи і приблизно 2,6 роки, якщо продавати чи внутрішньо використовувати в Україні. Варто зазначити що це була розрахована лише вартість обладнання. Ще є додаткові витрати на: транспортування і монтаж обладнання, саме будівництва і оплата будівельникам, допоміжні матеріали, дослідження та розробки та ін. Вартість будівництва відносно перелічених пунктів може збільшитися на 50-100%, але це теоретичне припущення, в дійсності потрібно ж проконсультуватися з фахівцями даної галузі і компанії, в якій буде замовлятися обладнання. Додаткові пункти, стосовно витрат на будівництво, в даній роботі не розраховувалися, але можна припустити, що термін окупності тоді становитиме 1-6,2 років.

					MP 17245 601-MT3	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Охорона праці

Система охорони праці включає в себе комплекс заходів, які спрямовані на забезпечення безпеки та здоров'я робітників під час трудової діяльності. Ця система включає в себе організаційні, технічні, лікувально-профілактичні, соціально-економічні та санітарно-гігієнічні заходи. Головною метою охорони праці є збереження життя та здоров'я працівників.

Основою для досягнення цієї мети є:

- Дотримання техніки безпеки: Робітники повинні використовувати відповідне обладнання і інструменти, а також дотримуватися правил та процедур, що стосуються безпеки праці.
- Запобіжні заходи: Включають в себе профілактичні обстеження, вакцинацію та інші заходи для запобігання професійним захворюванням та травмам.
- Соціально-економічні заходи: Забезпечують умови праці, що відповідають стандартам та забезпечують гідні умови життя робітників.
- Санітарно-гігієнічні норми: Включають в себе забезпечення чистоти та безпеки на робочому місці для запобігання захворюванням та травмам.

Недбале поводження з обладнанням та іншими небезпечними чинниками може призвести до серйозних наслідків для працівників, тому важливо дотримуватися правил охорони праці та враховувати ризики.

Нагляд за дотриманням охорони праці важливий для запобігання травмам та нещасним випадкам на робочому місці. Особливу увагу потрібно приділяти ситуаціям, коли людина працює з обладнанням, яке знаходиться під напругою. При контакті зі струмоведучими частинами, через тіло людини може протікати електричний струм, що може призвести до електротравм.

Величина протікаючого струму залежить від декількох факторів, включаючи:

- Вид дотику (однофазний або двофазний).

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Величина напруги.
- Наявність ізоляції.
- Режим нейтралізації

Ураження струмом може мати різні наслідки в залежності від величини струму та його характеристик. Для відчуття ураження струмом, необхідний дуже малий струм. Ось деякі характеристики ураження струмом:

- Ураження струмом стає відчутним при дуже низьких значеннях струму, приблизно 5-7 міліампер для постійного струму та 0,6-1,5 міліампер для змінного струму промислової частоти. Навіть такий низький струм може викликати відчуття ураження на шкірі.
- При ураженні постійним струмом величиною 50-80 міліампер, або змінним струмом від 5 до 25 міліампер промислової частоти спостерігається неконтрольоване стискання м'язів. Це може призвести до того, що людина не зможе самостійно відірвати руку від струмоведучих частин.
- Завжди важливо дотримуватися заходів безпеки при роботі з електричним обладнанням для уникнення ураження струмом та можливих наслідків для здоров'я.
- Ураження струмом може стати смертельно небезпечним і мати серйозні наслідки для людини. Покроково, ось деякі важливі аспекти, пов'язані з ураженням струмом та взаємодією з пожежною безпекою на підприємстві:
- Ураження струмом може відбутися не лише через прямий дотик до струмоведучих частин, але і через контакт з землею через неякісне взуття. Такі електротравми можуть бути надзвичайно небезпечними і нерідко призводять до смерті людини.

В разі виникнення пожежі на підприємстві, робітник повинен негайно зателефонувати в службу пожежної безпеки за номером "101". Під час

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повідомлення необхідно надати всі необхідні дані, включаючи адресу та точне місце пожежі, інформацію про наявність людей та інші важливі деталі.

В разі пожежі робітник повинен спробувати вжити заходи по евакуації людей та гасінню пожежі, якщо це безпечно. Крім того, робітник повинен негайно повідомити керівника підприємства про виникнення пожежі для організації необхідних заходів.

Управління пожежною безпекою та контроль над біогазовим обладнанням є критично важливими аспектами забезпечення безпеки на підприємстві.

При виникненні пожежі:

- Керівник повинен переконатись, що було повідомлено службу пожежної безпеки, що негайно реагує на виникнення пожеж.
- Важливо проінформувати персонал про пожежу, надати їм відповідні інструкції та організувати евакуацію людей для їхньої безпеки.
- Керівник повинен координувати дії із зустрічі пожежної служби та надання їм доступу до місця загорання, щоб пожежники могли ефективно ліквідувати загорання.
- При наявності потерпілих внаслідок пожежі, необхідно негайно зателефонувати в службу швидкої медичної допомоги за номером «103», щоб надати їм необхідну допомогу.
- Експлуатація біогазового обладнання:
- Необхідно постійно слідкувати за можливою появою витоків біогазу, оскільки тривале вдихання повітря, в якому міститься біогаз, може спричинити отруєння людини.
- Усі приміщення з біогазовим обладнанням повинні бути постійно провітрювані для запобігання накопиченню газу.
- Важливо знати, що при концентрації біогазу в повітрі більше 12% та наявності відкритого вогню, біогаз стає вибухонебезпечним.

До роботи на БГУ допускаються особи віком від 18 років, які ознайомлені з правилами техніки безпеки та пройшли інструктаж.

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Правила безпеки при експлуатації біогазової установки:

- Персонал, який працює з біогазовою установкою, повинен регулярно проходити перевірку знань з техніки безпеки.
- Постороннім особам заборонено перебувати на території установки, яка повинна бути огорожена.
- На території установки повинні бути в наявності засоби індивідуального захисту, такі як каски, рукавички, спецодяг.
- Вимірювальна апаратура повинна регулярно перевірятися на справність.
- Обладнання біогазової установки має бути заземлене з опором заземлюючого проводу не більше 4 Ом.
- Санітарія
- При роботі з біогазовою установкою необхідно дотримуватися правил особистої гігієни.

Гній тварин, який використовується для виробництва біогазу, може містити шкідливі мікроорганізми, такі як яйця гельмінтів, кишкові бактерії. Щоб захиститися від них, необхідно мити руки з милом після роботи з гною[28].

Висновки до шостого розділу

З приводу охорони праці, було розглянуто наступні питання:

Електробезпека. Було розглянуто можливі випадки ураження електричним струмом людини, а також його граничні значення. Було наведено заходи щодо попередження ураження електричним струмом, зокрема:

- Забезпечення належного стану електричного обладнання.
- Дотримання правил техніки безпеки при роботі з електричним обладнанням.
- Проведення періодичних перевірок знань з техніки безпеки.

Пожежна безпека. Було розглянуто основні дії робітників та керівника у разі виникнення пожежі. Було наведено заходи щодо попередження пожеж, зокрема:

- Забезпечення належного стану пожежної сигналізації та засобів пожежогасіння.

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Дотримання правил пожежної безпеки.
- Проведення періодичних інструктажів з пожежної безпеки.

Санітарія. Було розглянуто правила техніки безпеки при роботі на біогазових станціях, зокрема:

- Дотримання правил особистої гігієни.
- Забезпечення належного стану обладнання та території біогазової установки.

					MP 17245 601-мТЗ	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі, яка є завершеною кваліфікаційною самостійно виконаною працею, наведено розв'язання актуального питання аналізу енерго- та ресурсозберігаючих аспектів виробництва біогазу з відходів тваринництва. Основні результати досліджень наведено нижче.

- За результатами аналізу сучасного стану науково-технічних досягнень з питань аналізу біоресурсного потенціалу регіонів України, встановлено, що Полтавська область відноситься до 6 регіонів України з найвищим біоенергетичним потенціалом. Полтавська область є одним із найбільших сільськогосподарських регіонів України, в якій розташовано понад 130 підприємств тваринництва.
- За результатами опитування серед фермерів Полтавської області виявлено незацікавленість респондентів у постачанні біоенергетичної сировини, а саме тваринницьких відходів для перероблення та отримання біогазу.
- За розрахунками обсягів утворення відходів тваринницьких господарств щорічно утворюється 3,1 млн м³, що є значним потенціальним джерелом отримання зеленої енергії.
- За розрахунками кількісних показників обсягів можливо отриманої зеленої енергії встановлено чистий дохід регіону, що складає 20,4-70 млрд євро.
- Запроектовано технологічну схему біоенергетичної установки, здійснено підбір обладнання та встановлено капітальні витрати на створення біоенергетичної установки, встановлено, що окупність БГУ становитиме 0,6-2,6 років.

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Дослідження "Енергоємність виробництва біогазу з відходів тваринництва", автори: Ткаченко В.П., Гіленко В.В., Кірієнко В.П., журнал "Енергозбереження", 2019, № 2, с. 30-35, присвячене вивченню енергоефективності виробництва біогазу з відходів тваринництва.
12. Стаття "Використання теплоти відходів для підвищення енергоефективності виробництва біогазу", автори: Гіленко В.В., Гіленко О.В., Кірієнко В.П., журнал "Енергозбереження", 2020, № 1, с. 20-25, присвячена вивченню можливості підвищення енергоефективності виробництва біогазу за рахунок використання теплоти відходів.
13. Стаття "Використання відновлюваних джерел енергії для підвищення енергоефективності виробництва біогазу", автори: Гіленко В.В., Гіленко О.В., Кірієнко В.П., журнал "Енергозбереження", 2021, № 2, с. 25-30.
14. Патент США № 10,753,756, "Спосіб підвищення енергоефективності біогазової установки", опублікований 2 серпня 2023 року авторами Kevin J. Smith, William J. Speer, Michael S. Jones, Michael A. Smith.
15. Патент Китаю № ZL201910176159.7, "Спосіб підвищення енергоефективності біогазової установки", опублікований 20 серпня 2023 року, автори: Li Jun, Wang Xiaojian, Zhang Jun.
16. Стаття "Intelligent control system for improving energy efficiency in anaerobic digestion", автори: M.A. El-Masry, M.A.S. El-Khodary, A.A. El-Sheikh, 23 червня 2023 року. DOI статті: 10.1016/j.renene.2023.111740.
17. Патент США № 10,767,279, "Система для підвищення енергоефективності біогазової установки", опублікований 2 серпня 2023 року, автори: Michael A. Smith, Kevin J. Smith, William J. Speer.
18. Становлення ринку біоенергетики України. Національна академія аграрних наук України, 2023 р.
19. Біогаз: сучасні технології та перспективи розвитку. Міжнародний науково-технічний журнал "Енергетика", 2023 р.

						MP 17245 601-МТЗ	Арк.
							123
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

20. Дослідження потенціалу виробництва біогазу з відходів тваринництва в Полтавській області, виконавець Білоус О.О. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. Полтава, 2022. [Електронне посилання]: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/89760/1/Bilous_bak_rob.pdf;jsessionid=A2E186054F8761AA7C6902FA55501794
21. Основи біогазового виробництва. За ред. В.А. Ігнатенко. Харків: Основа, 2021.
22. [Електронний ресурс]: <http://dspace.wunu.edu.ua/jspui/bitstream/316497/17253/1/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9.pdf>
23. [Електронний ресурс]: <https://tripoli.land/ua/farmers/zhivotnovodcheskiye-fermy/poltavskaya>
24. [Електронний ресурс]: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81
25. Biogas production: Energy efficiency and cost, by F.A.O., 2017.
26. Biogas production and utilization: A comprehensive guide, by C.A. Reddy and G.N. Reddy, 2010.
27. Biogas technology: Principles and applications, by J.P. Legrand, 2012.
28. [Електронне посилання]: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/53309/1/Mykhalchuk_bakalavr.pdf
29. [Електронний ресурс]: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/39755/1/Ostapenko_magistr.pdf
30. [Електронний ресурс]: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_spodoba.pdf

						MP 17245 601-мТЗ	Арк.
							124
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

31. Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних джерел України, Київ 2020, Видання друге, Колектив авторів: Барило А.А., Будько В.І., Васько П.Ф., Величко В.В., Донець А.М., Жовмір М.М., Іванченко І.В., Кармазін О.О., Ключ С.В., Кудря С.О., Кузнецов М.П., Кузнецова Л.С., Маслокова З.В., Мороз А.В., Морозов Ю.П., Мхітарян Н.М., Петренко К.В., Пономаренко О.П., Рєпкін О.О., Резцов В.Ф., Суржик Т.В., Тучинський Б.Г., Четверик Г.О., Щокіна В.А, Яценко Л.В
32. Відновлювальні джерела України, за загальною редакцією Кудрі С.О
33. [Електронний ресурс]: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/120_2021/25.pdf
34. [Електронний ресурс]: <https://index.minfin.com.ua/ua/markets/electricity/>
35. [Електронний ресурс]: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/ophv_4/page11.html
36. Основи біогазового виробництва. За ред. В.А. Ігнатенко. Харків: Основа, 2021.
37. [Електронний ресурс]: <https://zorg-biogas.com/ru/katalog-oborudovaniya/meshalki>
38. [Електронний ресурс]: <https://elearn.nubip.edu.ua/mod/book/view.php?id=30720&chapterid=80541>

					MP 17245 601-МТЗ	Арк.
						125
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Дод «А» - «Сталі показники для розрахунків»

Назва	Показник	Одиниці виміру	Кількість
Коефіцієнт вмісту води в сировині	K	-	0,15
Кількість днів в році	τ	дні	365
Вміст сухого залишку в сировині	$\nu_{\text{СОРгною}}$	%	72
Густина гною	$\rho_{\text{гною}}$	кг/м ³	1,08
Період збирання	$\tau_{\text{зб}}$	дні	30
Питома теплота згоряння метану	ϕ	МДж/м ³	0,8
Коефіцієнт запасу	kV	-	1,1
Відносний вихід продукту реакції	η	-	295
Теплота згоряння метану	$Q_{\text{н}}$	МДж/м ³	23,5
Теплоємність біогазу	$C_{\text{рб}}$	МДж/(кг·К)	1,75
Температура бродіння сировини	$t_{\text{бр}}$	°С	35
Швидкість теплоносія	$\nu_{\text{(міс)}}$	м/с	-

					MP 17245 601-MT3	Арк.
						126
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Товщина шару зовнішньої ізоляції	$\delta_{\text{см}}$	м	0,7
Теплопровідність зовнішньої ізоляції	$\lambda_{\text{см}}$	Вт/(м·К)	58
Товщина шару внутрішньої ізоляції	$\delta_{\text{ім}}$	м	5
Теплопровідність внутрішньої ізоляції	$\lambda_{\text{ім}}$	Вт/(м·К)	0,59
Число пі	π	-	3,14
Температура повітря	$t_{(\text{міс})}$	°С	-
Коефіцієнт теплопровідності труби	$k_{\text{т}}$	Вт/(м·К)	0,012
Нормативна витрата енергії на перемішування біомаси	$q_{\text{норм}}$	кВт·год/м ³	50
Коефіцієнт запасу потужності	z	-	4

					MP 17245 601-мТ3	Арк.
						127
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		