

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

---

(факультет)

Теплотехніки

---

(назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПІСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

**Біогазові установки**

---

**для потреб теплопостачання**

---

(назва)

**Гришко Катерина Аркадіївна**

---

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

---

(факультет)

Теплотехніки

---

(назва кафедри)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о.завідувача кафедри

---

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2022 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:

**Біогазові установки**

---

**для потреб теплопостачання**

---

(назва)

Виконав студент групи \_\_\_\_\_ ТЕМ-71

144 Теплоенергетика

---

(спеціальність)

Енергетичний менеджмент, енергоефективні  
муніципальні та промислові теплові технології

---

(спеціалізація)

Гришко Катерина Аркадіївна

---

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник Гламаздін П.М.

---

(прізвище та ініціали)

доцент

---

(вчене звання, науковий ступінь)



5. Графічний матеріал за розділам

1. Принципова схема технологічного процесу

2. Генплан. Загальні характеристики будівлі

3. План ферментатора. План-схема трубопроводів об'язки когенераційного модуля

4. Принципова теплова схема

5. Газопостачання

6. Повітропостачання

7. Теплопостачання

8. Компановка основного обладнання

9. План технічних приміщень. Опалення та вентиляція

10. Автоматизація

11. План та розрізи. Теплоізоляція

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вступ. Загальна характеристика та технологія виробництва	
Розділ 2. Технологічні комунікації	
Розділ 3. Теплопостачання	
Розділ 4. Автоматика	
Розділ 5. Оцінка впливу на навколишнє середовище	
Розділ 6. Охорона праці	
Розділ 7. Оптимізація теплоспоживання теплоти в технологічному процесі	

8. Консультанти розділів дипломної роботи.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис

9. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2022 р.\_

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис)

Приймак О.В.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Гламаздін П.М.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Магістр

\_\_\_\_\_ (підпис)

Гришко К.А.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Зміст

ВСТУП.....

Розділ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА

1.1. Загальні дані.....

1.2. Технологічні особливості виробництва.....

1.3. Склад та характеристика будівель комплексу.....

1.4. Повітропостачання.....

1.5. Вентиляція та кондиціонування технічних приміщень та насосної.....

1.6. Опалення технічних приміщень та насосної.....

Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМУНІКАЦІЇ

2.1 Водопостачання та каналізація.....

2.2. Електропостачання.....

2.3. Газопостачання.....

Розділ 3. ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Розділ 4. АВТОМАТИКА.....

Розділ 5. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЕ СЕРЕДОВИЩЕ

5.1. Підстави для проведення ОВНС.....

5.2. Оцінка впливів планової діяльності нанавколишне природне середовище .....

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

5.3. Оцінка впливів на навколишнє природне середовище  
при будівництві.....

5.4. Комплексні заходи щодо забезпечення нормативного  
стану навколишнього середовища та його безпеки.....

5.5. Оцінка ризику планової діяльності на навколишнє середовище.....

Розділ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....

Розділ 7. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ  
ТЕПЛОТИ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ.....

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....

ДОДАТКИ.....

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Альтернативні джерела енергії впевнено входять у повсякденне життя. Люди навчилися використовувати для власних потреб енергію сонця, вітру, води, надр землі, й інші, альтернативні традиційним джерелам енергії, види палива. До таких незвичайних джерел енергії належить біогаз, який отримують у спеціальних установках.

Виробництво біогазу є ефективною та інвестиційно привабливою технологією, що зумовлюється наявністю значного сировинного потенціалу, сприятливими природно-кліматичними умовами та низьким рівнем собівартості цього виду енергії.

Біогаз – газ, отриманий за технологією анаеробного метанового зброджування біомаси, органічних відходів у біогазових установках (агрегатах, що є комплексом технічних споруд та апаратів, об'єднаних у єдиний технологічний цикл) асоціацією метагенних бактерій завдяки керованому процесу розкладання сировини. Складається на 50-70% з метану (CH<sub>4</sub>). Він є екологічно чистим паливом.

Комплектація біогазової установки може бути різною, залежно від її потужності, виду сировини та одержуваного кінцевого продукту у вигляді теплової або електричної енергії, обох видів енергії або тільки біогазу, що використовується в побутових газових плитах та як пальне для автомобілів. Також, на відміну від інших джерел зеленої енергії, виробництво біогазу вирішує проблему утилізації відходів, трансформуючи відходи у доходи.

Виробництво біогазу шляхом біоенергетичного перетворення біомаси є інноваційним напрямом енергозабезпечення, дає змогу продажів електроенергії за «зеленим» тарифом.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Принцип роботи біогазових установок:

Процес перетворення органічної сировини на біогаз називається ферментацією. Сировина завантажується у спеціальну ємність, що забезпечує надійний захист біомаси від кисню.

Під впливом спеціальних бактерій в анаеробному середовищі починає відбуватися ферментація. З розвитком бродіння сировина покривається кіркою, яку необхідно регулярно руйнувати. Руйнування проводиться за допомогою ретельного перемішування.

Перемішувати вміст потрібно мінімум двічі на добу, не порушуючи при цьому герметичність процесу. Крім видалення кірки, змішування дозволяє рівномірно розподілити кислотність та температуру всередині органічної маси. Внаслідок цих маніпуляцій виробляється біогаз.

Отриманий газ збирається в газгольдері. Звідти трубами доставляється споживачеві. Біодобрива, отримані після переробки вихідної сировини, можна додавати до ґрунту. Таке добриво називається компостним перегноєм.

Біогазова установка складається з таких елементів:

- ємність гомогенізації;
- реактор;
- мішалки;
- резервуар для зберігання (gas-holder);
- комплекс опалення та змішування води;
- газовий комплекс;
- комплекс насосів;
- сепаратор;
- датчики контролю;
- КВП з візуалізацією;
- система безпеки;

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## Сировина для виробництва біогазу

Розкладання будь-яких залишків тваринного або рослинного походження виділяє горючий газ у різних ступенях. Добре підходять для сировини суміші різного складу: гній, солома, трава, різні відходи тощо. Для хімічної реакції потрібна вологість 70%, тому сировину необхідно розбавляти водою.

Непринятною є наявність в органічній біомасі очисних засобів, хлору, оскільки вони перешкоджають хімічним реакціям і можуть пошкодити реактор. Також не підходить для реактора сировина з тирсою хвойних дерев (що містять смоли), з високою часткою лігніну і з перевищенням порога вологості 94%.

Рослинна сировина чудово підходить для виробництва біогазу. Максимальний вихід палива дає свіжа трава – з тонни сировини виходить близько 250 м<sup>3</sup> газу з часткою метану 70%. Кукурудзяний силос трохи менше – 220 м<sup>3</sup>. Бадилля від буряків – 180 м<sup>3</sup>.

Можна використовувати як біомасу практично будь-які рослини, сіно або водорості. Недолік застосування полягає у тривалості виробничого циклу. Процес отримання біогазу триває до двох місяців. Сировина повинна бути ретельно подрібнена.

Сировина тваринного походження. Відходи переробних, молочних підприємств тощо теж придатні для біогазової установки. Максимальний вихід палива дають тваринні жири – 1500 м<sup>3</sup> біогазу з часткою метану 87%. Основний недолік – дефіцит. Тваринна сировина також має бути подрібнена.

Екскременти. Головна перевага гною – його дешевизна і доступність. Недолік – кількість та якість біогазу нижча, ніж від інших видів сировини. Кінські та коров'ячі екскременти можна переробляти одразу. Виробничий цикл займе приблизно два тижні і дасть вихід об'ємом 60 м<sup>3</sup> із 60% вмістом метану.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Курячий послід і свинячий гній безпосередньо застосовувати не можна, тому що вони токсичні. Щоб запустити процес ферментації, їх треба змішати з силосом.

Біогаз є одним із найбільш перспективних альтернативних джерел енергії завдяки наявності великої кількості аграрної сировини в Україні. Технологія отримання енергії шляхом переробки органічної сировини передбачає принцип циркулярної економіки підприємства, тобто – одночасне отримання біогазу, органічних добрив, генерацію теплової та електроенергії для потреб власного виробництва або на продаж в зовнішні мережі по «зеленому тарифу». Очищений від вуглекислого газу біогаз перетворюється на природний газ (біометан), яким можна заправляють автомобілі.

Технологія біотрансформації органіки в біогаз – енергоефективна, екологічна та економічно вигідна – зменшує енерговитрати виробництва до 50%, а також скорочує споживання води та пари на виробництві – в 2-3 рази.

Трансформація органічних відходів та у біогаз здійснюється завдяки процесу метанового бродіння біомаси під впливом основних груп бактерій – гідролізних, кислото- та метаноутворюючих.

Україна має великий потенціал виробництва біогазу завдяки наявності значних ресурсів агробіомаси та органічних відходів виробництва, які використовуються в метаногенезі при впровадженні біоенергетичних проєктів в АПК. За оцінками експертів, на сьогодні для енергетичних потреб використовується лише 5% залишків на полях. Саме вибір сировини, її властивостей, розуміння доступних обсягів та логістики є ключовими факторами у біогазових проєктах.

УТК впроваджує на біогазових установках біотехнології переробки виключно відходів -сільськогосподарських, переробної промисловості, очисних споруд, комунальних відходах. Дана

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

технологія не потребує застосування в якості основної сировини для виробництва біогазу дорогого силосу, який згідно європейській директиві RED-II є кормом, на вироблений з силосу біометан дотація не розповсюджується.

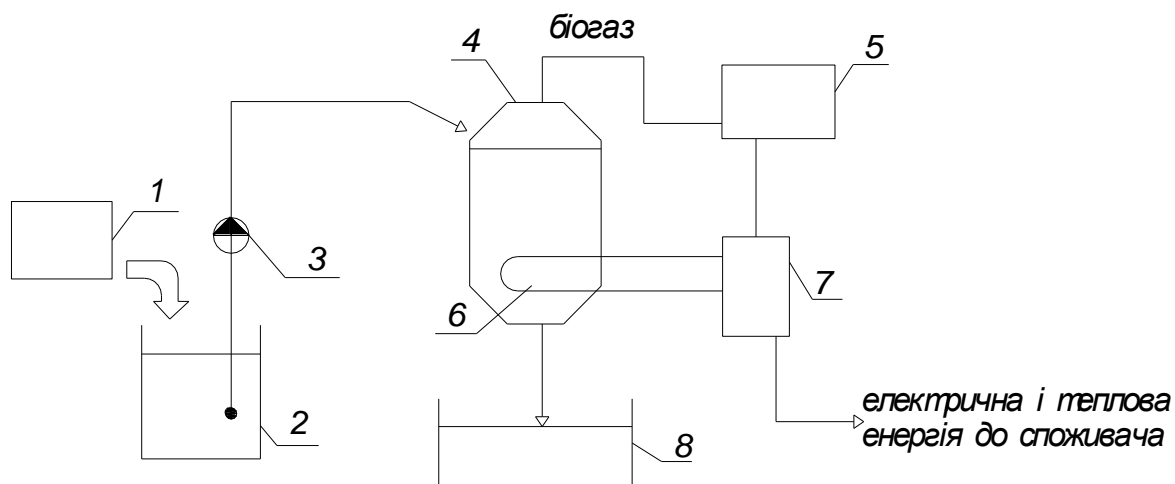


Рис. 4.1. Узагальнена схема біогазової установки

1 – тваринницький комплекс; 2 – приймальний резервуар для відходів; 3 – насос; 4- біореактор; 5 – газгольдер; 6 – система обігріву; 7 – когенераційна установка; 8- сховище біодобрив.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

**Розділ 1.**

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА  
ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА**

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	<i>Арк.</i>
<i>Зм</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 1.1. Загальні дані

Вихідними даними для розробки проектних рішень комплексу з переробки відходів тваринництва та рослинництва в біогаз з виробництвом електричної та теплової енергії розроблений на основі:

- Технічного завдання
- Містобудівних умов і обмежень забудови земельної ділянки
- Плану земельної ділянки
- Кліматичних даних.

Генеральний план комплексу розроблено у відповідності з технологічною схемою та вимогами нормативних документів з урахуванням можливості прокладання інженерних мереж мінімальної довжини.

Мережа автомобільних проїздів по площадці запроектована з урахуванням зовнішніх та внутрішніх вантажопотоків та протипожежного обслуговування, що забезпечують необхідний зв'язок між будівлями та спорудами. У відповідності до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування та забудова територій" визначена конструкція дорожнього покриття та ширина проїзної частини основних проїздів – 4,5м. Мінімальні радіуси поворотів - 6,00м, мінімальні поздовжні ухили визначені - 12‰. Поперечний профіль доріг по площадці прийнято односкатний бортовий – 20‰ та 10‰.

Конструкцію дорожнього покриття, у зв'язку з незначним вантажообігом по площадці, прийнято без розрахунків по мінімальним конструктивним шарам:

Цементобетон М -200 Товщина шару - 18 см Гранітний відсів Товщина шару - 3 см

Щебінь фр .20-40 Товщина шару - 5 см

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Щебінь фр .40-70 Товщина шару - 15 см

Для забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов та мікроклімату на площадці передбачаються заходи щодо благоустрою та озеленення.

Організація рельєфу площадки виконана методом проектних горизонталей з урахуванням природних умов, абсолютні позначки змінюються від 300.60 до 311.40м., будівельних та технічних вимог, умов стоку поверхневих вод, розташування транспортних шляхів, інженерних мереж та комунікацій, типів покриття.

Відведення поверхневих вод запроєктоване по лотках проїжджої частини в локальну очисну споруду. Розрахункова кількість дощових вод з території майданчика БГУ – складає 40,9 л/с.

Проектні ухили спланованої території змінюються в межах від 5‰ до 10‰.

Проектні ухили по проїздах прийнято:

поздовжні – 12‰; поперечні – 20‰.

Об'єми земляних робіт підраховані по плану земляних мас та складають: насип -53591м<sup>3</sup>, виїмка - 94037м<sup>3</sup>. Де баланс земляних мас передбачено в зв'язку з відривом котлованів будівель і земляної лагуни.

Трасування інженерних мереж пов'язане із загальним рішенням генерального плану, як єдина система інженерних комунікацій.

Інженерні мережі розміщено з умов оптимального обслуговування вводами та випусками будівель та споруд при їх мінімальній протяжності.

Підземні мережі водопроводу, каналізації, газопроводів,

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

субстратопровідів, повітропроводів та силових кабелів прокладаються в траншеях на глибині від 1,0м до 3,0м планувальної відмітки землі.

Поверхневі води з автомобільних доріг потрапляють до зливу приймального лотка, по трубопроводу стоки потрапляють в локальну очисну споруду, де проходить очистку і потім за допомогою насоса подається в приймальний резервуар.

Основні проектні рішення споруд комплексу розроблені у відповідності з технологічними рішеннями і діючими нормативно-технічними документами.

Для розрахунків прийнято:

-розрахункова температура зовнішнього повітря -22°C

-глибина промерзання ґрунта - 0.8м

-вага снігового покриву -1340Па

-вітровий тиск -500Па

-сейсмічність -не вище 5 балів

-ґрунти -суглинки

-тип ґрунтів за просідністю -не просідні

Категорія виробництва в ферментаторах-«А», КГУ – «В», в інших приміщеннях - «Д».

Робочим проектом передбачені заходи по захисту конструкцій від корозії, гниття та загорання. Металеві елементи захищаються лакофарбовими матеріалами згідно вказівок на кресленнях.

Бетонні та залізобетонні вироби, що контактують з субстратом виконуються з сульфатостійкого залізобетону.

Проектні рішення систем опалення, вентиляції та кондиціонування Технічного приміщення та Насосної комплексу переробки відходів тваринництва та рослинництва в біогаз, який розташовано на землях с. Доброгорща, Хмельницького району, Хмельницької області розроблено

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

на підставі завдання на проектування та у відповідності до чинних норм, правил і стандартів, що діють на території України.

Технічні рішення, що прийнято в робочому проекті, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших діючих норм, правил та стандартів України, що забезпечують безпеку для життя та здоров'ю людей при експлуатації об'єкту.

Розрахункові параметри зовнішнього та внутрішнього повітря прийняті відповідно ДБН В.2.5-67:2013, ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010, ДБН В.2.5-39:2008, ГОСТ30494 та рекомендацій виробників обладнання.

Кліматологічні дані для даного регіону згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 наступні:

а) розрахункова зимова температура для систем вентиляції та опалення -  $T_z = -21^{\circ}\text{C}$ ;

б) розрахункова літня температура для систем вентиляції -  $T_l = +22^{\circ}\text{C}$

в) тривалість опалювального періоду :  $N=183$  доби.

В місцях проходження комунікацій крізь огорожувальні конструкції передбачено встановлення захисних гільз з подальшим ущільненням їх негорючими матеріалами, які зберігають межу вогнестійкості цієї огорожувальної конструкції за ознакою EI.

Теплотехнічні характеристики огорожуючих конструкцій розраховано відповідно до ДБН В.2.6-31:2016.

Трасування інженерних мереж пов'язане із загальним рішенням генерального плану, як єдина система інженерних комунікацій.

Інженерні мережі розміщено з умов оптимального обслуговування вводами та випусками будівель та споруд при їх мінімальній протяжності.

Підземні мережі водопроводу, каналізації, газопроводів, субстратопровідів, повітропроводів та силових кабелів прокладаються в

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

траншеях на глибині від 1,0м до 3,0м планувальної відмітки землі.

Поверхневі води з автомобільних доріг потрапляють до зливу приймального лотка, по трубопроводу стоки потрапляють в локальну очисну споруду, де проходить очистку і потім за допомогою насоса подається в приймальний резервуар.

## 1.2. Технологічні особливості виробництва

Весь виробничий процес можна описати як попередню обробку та бродіння сировини (192 т/добу рідкого свинячого гною вологістю 96%, 36 т/добу гною ВРХ вологістю 85%, 42 т/добу кукурудзяного силосу вологістю 70%) в анаеробних умовах, а також використання виробленого продукту - біогазу. На першому етапі бродіння (стадія гідролізу) проходить процес біохімічного розщеплення високомолекулярних з'єднань (вуглеводів, жирів, білкових речовини) на низькомолекулярні.

На другому етапі, при участі кислотообразуючих бактерій, проходить подальше розщеплення субстрату, з появою органічних кислот та солей, а також спиртів, CO<sub>2</sub> та H<sub>2</sub>, а потім H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>. Остаточний результат анаеробного бродіння отримуємо на третьому етапі процесу – метановому бродінні, в якому головну роль відіграють метанообразуючі мікроорганізми.

Метаболічна активність та репродуктивна спроможність мікроорганізмів в процесі метанового бродіння знаходиться в функціональній залежності від:

- температури;
- рівня рН;
- інтенсивності перемішування субстрату;

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

-наявності інгібіторів в субстраті;

Температура впливає на об'єм біогазу, який можна отримати із визначеної кількості органічної сировини на протязі обмеженого періоду. Також температура впливає на якість біогазу - при різкому збільшенні її зменшується доля  $\text{CH}_4$  в загальному об'ємі.

Розрізняють два основні режими бродіння: мезофільний ( $t=40^\circ-42^\circ\text{C}$ ) і термофільний ( $t=52^\circ-54^\circ\text{C}$ ). Оптимальним з точки зору експлуатації вважається мезофільний режим. Для комплексу передбачається робота ферментаторов у проточному режимі за мезофільних умов. Період ферментації субстрату складає 44 доби. В процесі дуже важливо витримувати нормовані значення показників концентрації речовин, які впливають на сам процес метанового бродіння.

При зростанні органічних речовин в ферментаторі може виникнути надлишок летючих кислот, який знижує рівень активності метанових бактерій. В якості оптимальних значень можна вважати значення на рівні:

-лужність 1500-5000мг  $\text{CaCO}_3$  на 1 л субстрата;

-рН 6,5-7,5;

-вміст летючих кислот 600-1500мг на 1 л субстрата;

До речовин, які присутні в великій концентрації і гальмують процес бродіння, відносяться важкі метали, нітрати, сульфіді, органічні розчинники,антибіотики, аміак.

Гранично-допустимі значеннями концентрації можна вважати :

-мідь, -10 мг/л;

-кальцій, натрій, калій -8000 мг/л;

-аміак -1500 мг/л;

-сульфіді -200 мг/л;

-нітрати -50 мг/л;

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Застосування технології метанового бродіння дозволяє вирішувати екологічну, енергетичну та економічну програми країни.

Комплекс використовується для отримання енергії з відновлюваних джерел та впровадження безвідходних технологій переробки біомаси з метою виробництва біогазу.

В процесі анаеробного бродіння 40-45% твердого залишку біомаси перетворюється в  $\text{CH}_4$  і  $\text{CO}_2$ , відносний вміст аміаку в загальній кількості азоту збільшується, а доля органічного азоту відповідно зменшується.

Основними технологічними вимогами є:

- зменшення викидів  $\text{CO}_2$  в атмосферу;
- зменшення емісії неприємних запахів при зберіганні відходів;
- запобігання зараженню родючого шару, води та рослин шкідливими речовинами;
- переробка відходів з отриманням твердих і рідких добрив;
- отримання біогазу і трансформація його в електричну та теплову енергію.

Рідкий свинячий гній з ферми за допомогою насоса по трубопроводам, масою 192т/добу з вологістю 96%, та гній ВРХ в кількості 38 т/добу вологістю 85% за допомогою завантажувача - завантажується до приймального резервуару де перемішується за допомогою занурюваних мішалок. Потім роторним насосом порційне по 38,4 тон 6 рази за добу подається до насоса типу «Пре-мікс», де змішується з кукурудзяним силосом. Кукурудзяний силос 42 т/добу з вологістю 70% завантажується до бункера- завантажувача об'ємом 25 м<sup>3</sup>. З бункера силос за допомогою шнека подається 6 рази за добу по 7,0 тон до насоса «Пре-мікс». Цей субстрат кількістю 45.4 т. і вологістю 90%-92% подається в ферментатор.

В ферментаторах субстрат утримується на протязі 44 доби. В

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

резервуарах відбувається технологічний процес бродіння і утворення CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> та інертних газів в невеликій кількості, в тому числі і сірководню. Біогазхарактеризується наступним вмістом газів:

чистий метан CH <sub>4</sub>	-50-55%;
вуглекислота CO <sub>2</sub>	-41-46%;
азот N	-1-3%;
водень H <sub>2</sub>	-0,01-0,03%;

невелика кількість сірководню H<sub>2</sub>S -0-0,3%. Теплотворна здатність такого газу 5000-6500 Ккал/м<sup>3</sup>.

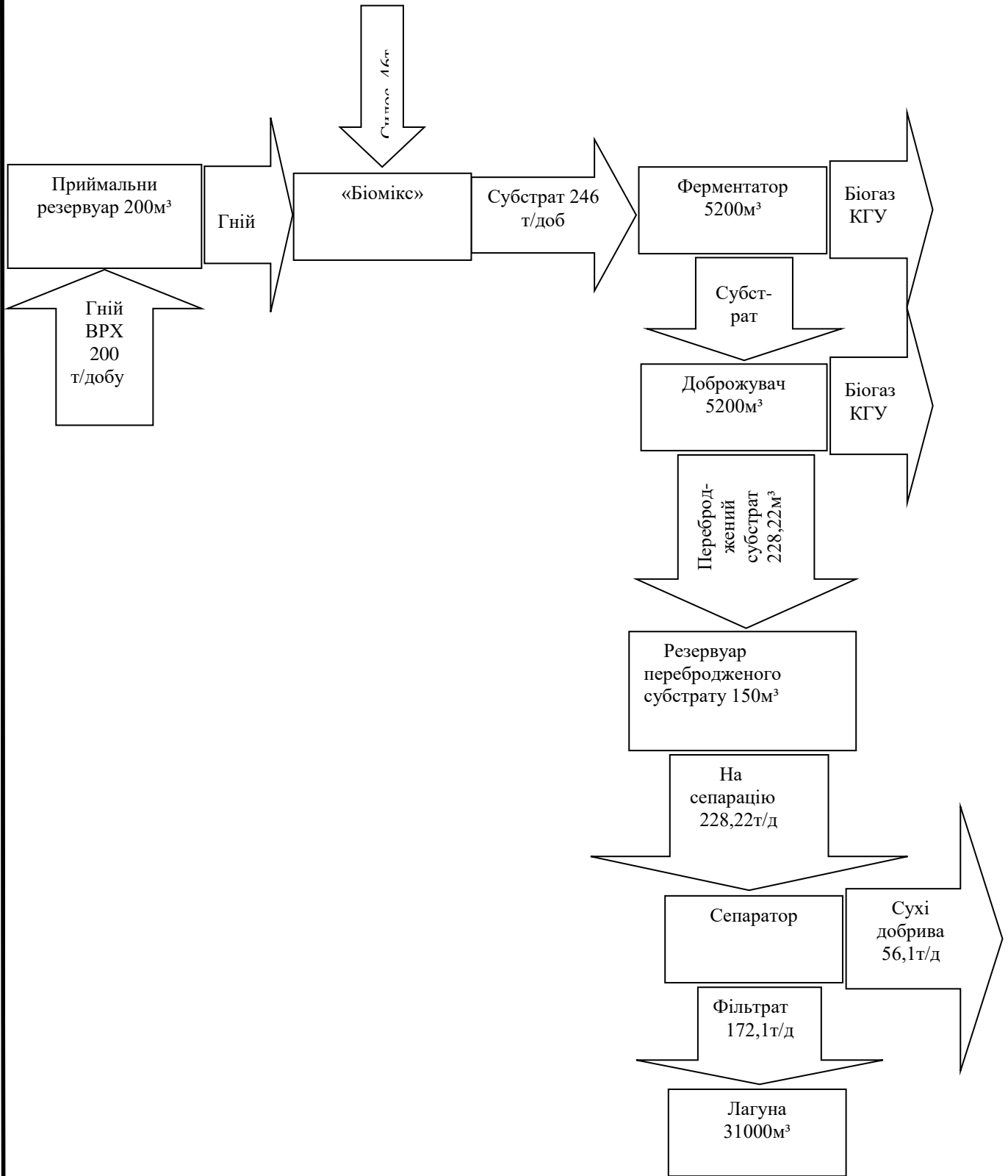
Біогаз, в процесі бродіння, накопичуватиметься в газгольдерах, які встановлюються над ферментаторами. Очистка біогазу від сірководню здійснюється в резервуарах методом десульфації, після чого він подається по трубопроводах до пункту газопідготовки. На шляху транспортування біогаз охолоджується до температури конденсації вологи і в осушеному вигляді потрапляє до КГУ, також в пункті газопідготовки додатково встановлено кулер до повного осушення біогазу.

По закінченні стадії бродіння маса вивантажується до резервуару перебродженого субстрату і звідти подається насосом на барабанний сепаратор в кількості 255,6т/добу, де розділяється на тверду 31,9 тон і рідку фракції 223,7 тон. Тверда фракція скидається на ділянку сепарування, а звідки вивозиться на поля як добрива. Рідка фракція за допомогою насоса по трубопроводам подається в лагуну, а при необхідності вертається в технологію.

Біогаз в кількості 13680м<sup>3</sup>/добу (4993200 м<sup>3</sup>/рік) за допомогою когенерційної установці трансформується в електричну енергію 1498 кВт/год (11984000 кВт/рік) і в теплову енергію 939 кВт/год. (7512000 кВт/рік.)

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Схема комплексу з переробки відходів на біогаз та добрива.



Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА

Арк.

### 1.3. Склад та характеристика будівель комплексу

#### Приймальний резервуар

Приймальний резервуар, має круглу форму, робочий об'єм резервуару 250м<sup>3</sup>, висота – 3,0м, внутрішній діаметр – 12,0м. Резервуар проектується з монолітного залізобетону, використовуючи бетон класу С25/30, з товщиною стінки 250мм, товщиною плити днища – 250мм, та заглиблений в землю на 3,0м. Ззовні стіни резервуара ізолюють двома шарами гідроізоляції на змінну висоту рівня засипки. Перекриття приймального резервуара - монолітна залізобетонна плита товщиною 180мм.

В резервуарі передбачені два пропелерні заглибні змішувачі, які здійснює перемішування субстрату.

#### Насосна (приміщення для обладнання).

Насосна - це будівля, розміром 12,0х11,0м, заглиблена в землю на 3,0м. Стіни, фундамент та плита перекриття запроектовані монолітними залізобетонними з бетону класу С25/30 з товщиною стінки 250мм, товщиною плити днища – 250мм. Перекриття приймального резервуара - монолітна залізобетонна плита товщиною 180мм. В приміщенні встановлюється технологічне обладнання для прийняття органічних відходів це бункер об'ємом 25м<sup>3</sup> з насосом типу «Пре-Мікс», роторний насос для подання рідкого субстрату в «Пре-Мікс», а також при необхідності на пряму в ферментатори і компресорне устаткування.

#### Технічне приміщення:

Технічне приміщення призначене для розміщення операторської, тепловпункту, щитів електропостачання і систем автоматизації та інших допоміжних систем, санітарно-побутових приміщень.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Технічне приміщення розташовано в окремій будівлі

Будівля одноповерхове прямокутної форми, 3-ої ступені вогнестійкості з габаритними розмірами 7,75x14.8м; висота поверху Н=3м.

Фундамент – з монолітного залізобетонна.

По периметру зовнішніх стін укладається бетонне вимощення товщиною 100-150мм, шириною 1.0 м з кутом нахилу від будівлі 3% по щербню втрамбованому в ґрунт.

Стіни виконані з газоблоків

Перекриття-із збірного залізобетону.

Крівля – м'яка рулонна.

Вікна-склопакет в металопластиковій рамі.Двері –металопластикові і металеві.

#### **Когенератор.**

Когенераційна установка змонтована в металевому контейнері розмірами 2.5x12,0м., в якому знаходиться двигун внутрішнього згорання та генератор електричного струму з шафами управління. На даху контейнера змонтована градирня, теплообмінник відбору тепла з вихлопних газів, проміжний водяний теплообмінник також глушник двигуна.

#### **Лагуна.**

Земляна лагуна заглибленого типу з обвалуванням по периметру, покрита ПЕ плівкою (геомембраною) яка укладеться на ущільнений ґрунт, призначена для зберігання освітлених стоків.

Розміри лагуни по низу 34.0м. x 99.0м. і по верху 50.0м. x 115.0м., глибина лагуни з бермою (1,0м.) 4.0м. Закладення укосу 1:2. Обсяг лагуни - 18000м<sup>3</sup>.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

### **Силососховища.**

Силососховища– призначені для зберігання кукурудзяного силосу 25920м<sup>3</sup>. Виконані силососховища з монолітного залізобетонна, дві секції розміром 18,0 х 90,0м. і три секції 20,0 х 90,0м висота стін 3,0м. Після заготовлення силос зверху закривається плівкою. Для збору силосного соку в днищі силососховища передбачено з/б лоток, по якому сік потрапляє в з/б колодязь.

### **Майданчик для збереження твердих біодобрих.**

Майданчик – призначено для зберігання гною ВРХ об'ємом 170м<sup>3</sup>. Виконано майданчик з монолітного залізобетонна, розміром 15,0 х 22,0м. висота стін 1,5м.

### **Майданчик для збереження гною ВРХ.**

Майданчик – призначено для зберігання гною ВРХ об'ємом 600м<sup>3</sup>. Виконано майданчик з монолітного залізобетонна, розміром 10,0 х 30,0м. висота стін 2,0м.

Таблиця 1

№ пп	Найменування показників	Одиниці виміру	Показники проекту
1	Потужність об'єкту: - електрична вихідна потужність; - загальна теплова вихідна потужність; - тверди добрива; - рідкі добрива.	кВт.г од. кВт.г од. т/рік т/рік	1498 939 11643 81650
2	Характер будівництва		Нове будівництво
3	Режим роботи	годин	цілодобовий
4	Витрати рідкого свинячого гною	т/рік	70080
5	Витрати гною ВРХ	т/рік	13140
6	Витрати кукурудзяного силосу	т/рік	15330

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

7	Витрати біогазу	м <sup>3</sup> /рік	4993200
8	Витрати води	м <sup>3</sup> /рік	63.51
9	Побутово-промислові стоки	м <sup>3</sup> /рік	62.05
10	Річні витрати електроенергії	кВт	820155
11	Кількість робочих місць	місце	3
12	Кількість працюючих	особа	3
13	Площа території в межах проектування	га	5,65
14	Площа забудови	м <sup>2</sup>	16907
15	Площа доріг та майданчиків	м <sup>2</sup>	5291
16	Площа озеленення	м <sup>2</sup>	7320
17	Будівельний об'єм приймального резервуару	м <sup>3</sup>	339,12
18	Площа забудови приймального резервуару	м <sup>2</sup>	132,66
19	Загальна площа приймального резервуару	м <sup>2</sup>	113,04
20	Будівельний об'єм насосної	м <sup>3</sup>	414
21	Площа забудови насосної	м <sup>2</sup>	156
22	Загальна площа насосної	м <sup>2</sup>	138
23	Будівельний об'єм ферментатора	м <sup>3</sup>	6358,5
24	Площа забудови ферментатора	м <sup>2</sup>	769,06
25	Загальна площа ферментатора	м <sup>2</sup>	706,5
26	Будівельний об'єм резервуару перебродженого субстрату і фільтрату	м <sup>3</sup>	339,12
27	Площа забудови резервуару перебродженого субстрату і фільтрату	м <sup>2</sup>	132,66
28	Загальна площа резервуару перебродженого субстрату і фільтрату	м <sup>2</sup>	113,04
29	Будівельний об'єм технічного приміщення	м <sup>3</sup>	294
30	Площа забудови технічного приміщення	м <sup>2</sup>	114,7
31	Загальна площа технічного приміщення	м <sup>2</sup>	98
32	Загальний об'єм земляний лагуни	м <sup>3</sup>	18000
33	Будівельний об'єм силососховищ	м <sup>3</sup>	25920
34	Площа забудови силососховищ	м <sup>2</sup>	8640
35	Загальна площа силососховищ	м <sup>2</sup>	8571
36	Ступінь вогнестійкості будівель і споруд		II
37	Тривалість будівництва	місяці в	16

## Ферментатор

Комплекс переробки відходів тваринництва та рослинництва в біогаз з виробництвом електричної та теплової енергії " проектується

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

для переробки органічних відходів на біогаз та добрива з можливим використанням біогазу в когенераційної установки для виробітку електроенергії та теплоенергії . Метою розділу є розробка технології переробки сировини у біогаз . Технічні рішення , прийняті у робочих кресленнях , відповідають вимогам екологічних , санітарно -гігієнічних , протипожежних та інших діючих норм . Весь виробничий процес можна описати як попередню обробку та бродіння сировини (192 т / добу рідкого свинячого гною вологістю 96%, 36 т / добу гною ВРХ вологістю 85%, 42 т / добу кукурудзяного силосу вологістю 70%) в анаеробних умовах , а також використання виробленого продукту - біогазу . На першому етапі бродіння ( стадія гідролізу ) проходить процес біохімічного розщеплення високомолекулярних з 'єднань ( вуглеводів , жирів , білкових речовини ) на низькомолекулярні . На другому етапі , при участі кислотообразуючих бактерій , проходить подальше розщеплення субстрату , з появою органічних кислот та солей , а також спиртів ,  $CO_2$  та  $H_2$ , а потім  $H_2S$ ,  $NH_3$ . Остаточний результат анаеробного бродіння отримуємо на третьому етапі процесу - метановому бродінні , в якому головну роль відіграють метанообразуючі мікроорганізми .

Метаболічна активність та репродуктивна спроможність мікроорганізмів в процесі метанового бродіння знаходиться в функціональній залежності від : температури , рівня рН , інтенсивності перемішування субстрату та наявності інгібіторів в субстраті . Температура впливає на об 'єм біогазу , який можна отримати із визначеної кількості органічної сировини на протязі обмеженого періоду . Також температура впливає на якість біогазу - при різкому збільшенні її зменшується доля  $CH_4$  в загальному об 'ємі . Розрізняють два основні режими бродіння : мезофільний ( $t=40^{\circ}-42^{\circ} C$  ) і термофільний ( $t=52^{\circ}-54^{\circ} C$  ). Оптимальним з точки зору експлуатації вважається

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

мезофільний режим . Для комплексу передбачається робота ферментаторов у проточному режимі за мезофільних умов . Період ферментації субстрату складає 44 доби . В процесі дуже важливо витримувати нормовані значення показників концентрації речовин , які впливають на сам процес метанового бродіння . При зростанні органічних речовин в ферментаторі може виникнути надлишок летючих кислот , який знижує рівень активності метанових бактерій .

В якості оптимальних значень можна вважати значення на рівні :

-лужність 1500-5000 мг CaCo<sub>3</sub> на 1 л субстрата ;

-рН 6,5-7,5;

-вміст летючих кислот 600-1500 мг на 1 л субстрата ;

До речовин , які присутні в великій концентрації і гальмують процес бродіння , відносяться важкі метали , нітрати , сульфіди , органічні розчинники , антибіотики , аміак .

Гранично -допустимі значеннями концентрації можна вважати :

-мідь -10 мг / л ;

-кальцій , натрій , калій -8000 мг / л ;

-аміак -1500 мг / л ;

-сульфіди -200 мг / л ;

-нітрати -50 мг / л .

Застосування технології метанового бродіння дозволяє вирішувати екологічну , енергетичну та економічну програми країни.

Технологічні рішення Комплекс використовується для отримання енергії з відновлюваних джерел та впровадження безвідходних технологій переробки біомаси з метою виробництва біогазу . В процесі анаеробного бродіння 40-45% твердого залишку біомаси перетворюється в СН<sub>4</sub> і СО<sub>2</sub>, відносний вміст аміаку в загальній кількості азоту збільшується , а доля органічного азоту відповідно зменшується . Основними технологічними вимогами є : -зменшення

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

викидів CO<sub>2</sub> в атмосферу ; -зменшення емісії неприємних запахів при зберіганні відходів ; -запобігання зараженню родючого шару , води та рослин шкідливими речовинами ; -переробка відходів з отриманням твердих і рідких добрив ; -отримання біогазу і трансформація його в електричну та теплову енергію .

Рідкий свинячий гній з ферми за допомогою насосу по трубопроводам , масою 192 т / добу з вологістю 96%, та гній ВРХ в кількості 38 т / добу вологістю 85% за допомогою завантажувача - завантажується до приймального резервуару де перемішується за допомогою занурюваних мішалок . Потім роторним насосом порційне по 38,4 тон 6 рази за добу подається до насоса типу «Pre-mix», де змішується з кукурудзяним силосом . Кукурудзяний силос 42 т / добу з вологістю 70% завантажується до бункера - завантажувача об'ємом 25 м<sup>3</sup>. З бункера силос за допомогою шнека подається 6 рази за добу по 7.0 т до насоса «Pre-mix». Цей субстрат кількістю 45.4 т і вологістю 90%-92% подається в ферментатор . В ферментаторах субстрат утримується на протязі 44 доби . В резервуарах відбувається технологічний процес бродіння і утворення СН<sub>4</sub>, СО<sub>2</sub> та інертних газів в невеликій кількості , в тому числі і сірководню . Біогаз характеризується наступним вмістом газів : чистий метан СН<sub>4</sub> -55-75%; вуглекислота СО<sub>2</sub> -21-41%; азот N -1-3%; водень Н<sub>2</sub> -0,01-0,03%; невелика кількість сірководню Н<sub>2</sub>S -0-3% Теплотворна здатність такого газу 5000-6500 Ккал / м<sup>3</sup> Біогаз , в процесі бродіння , накопичуватиметься в газгольдерах , яки встановлюються над ферментаторами . Очистка біогазу від сірководню здійснюється в резервуарах методом десульфації , після чого він подається по трубопроводах до пункту газоподготовки . На шляху транспортування біогаз охолоджується до температури конденсації вологи і в осушеному вигляді потрапляє до КГУ , також в пункті газоподготовки додатково

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

встановлено кулер до повного осушення біогазу .

По закінченні стадії бродіння маса вивантажується до резервуару перебродженого субстрату і звідти подається насосом на барабанный сепаратор в кількості 255,6 т / добу , де розділяється на тверду 31,9 тон і рідку фракції 223,7 тон . Тверда фракція скидається на ділянку сепарування , а звідки вивозиться на поля як добрива . Рідка фракція за допомогою насоса по трубопроводам подається в лагуну , а при необхідності вертається в технологію . Біогаз в кількості 13680 м<sup>3</sup>/ добу (4993200 м<sup>3</sup>/ рік ) за допомогою когенерційної установки трансформується в електричну енергію 1498 кВт / год (11984000 кВт / рік ) і в теплову енергію 939 кВт / год (7512000 кВт / рік .)

Споруди комплексу : -Приймальний резервуар має круглу форму , висота -3 м , внутрішній діаметр - 12 м . Резервуар проектується з монолітного залізобетону , використовуючи сульфатостійкий бетон класу С 25/30, W6, F200. Товщина стінки - 250 мм , товщина плити днища - 250 мм . Резервуар заглиблений в землю на 3.2 м . Покриття приймального резервуара - монолітна залізобетонна плита товщиною 200 мм . -Насосна - це будівля , розміром 12 x 11.3 м , що примикає до приймального резервуару . Насосна заглиблена в землю на 3.2 м . Стіни , плита днища та плита покриття запроектовані з монолітного залізобетону класу С 25/30, W6, F200. В приміщенні встановлюється технологічне обладнання для потреб комплексу . -Ферментатор - резервуар круглої форми , внутрішнім діаметром 30 м та висотою 9 м , заг - либлений в землю . Днище та стіни резервуара з монолітного залізобетону класу С 25/30, W6, F200 товщиною 300 мм . Зовнішні стіни споруди в надземній частині утеплюються теплоізоляційним матеріалом б =100 мм , та захищені від атмосферних опадів металевими профлістами . В монолітній стіні передбачені отвори для проходу трубопроводів та встановлення КВПіА технологічного режиму

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

роботи станції . Перекриття ферментатора комбіноване і складається з двох різних конструктивів в одному рівні . Перший конструктив - консоль , виконана у вигляді монолітного залізобетонного кільцевого сегменту , шириною 3.6 м та товщиною 200 мм .

Ферментатори, - резервуар круглої форми, внутрішнім діаметром 30,0м та висотою 9,0 м, заглиблений в землю. Днище та стіни резервуара з монолітного залізобетону товщиною 300мм. Резервуар має робочий об'єм 5800м<sup>3</sup>. Зовнішні стіни споруди в надземній частині утеплюють теплоізоляційним матеріалом  $\delta=100\text{мм}$ , та захищені від атмосферних опадів металевими профлистами. В монолітній стіні передбачені отвори для проходу трубопроводів та встановлення КВПіА технологічного режиму роботи станції.

Перекриття резервуарів комбіноване і складається з двох різних конструктивів в одному рівні. Перший конструктив – консоль, виконана у вигляді монолітного залізобетонного кільцевого сегменту, шириною 3,60м та товщиною 200мм. Другий конструктив – це дерев'яний настил із дошки  $\delta= 25$  мм по дерев'яним балкам, які розміщуються діаметрально, з опорою на капітель в центрі резервуарів. З метою запобігання ненормованим тепловтратам настил утепляється базальтовими плитами  $\delta=50\text{мм}$ .

Над дерев'яною частиною перекриття встановлений газгольдер, ємністю  $V=960\text{м}^3$ . Він призначений для накопичення біогазу, а також виконує буферну функцію.

Підземна частина резервуарів заглиблена в землю на 3,0м. На ній передбачена теплоізоляція базальтові плити  $\delta=100\text{мм}$ , а для захисту утеплювача від вологи та гризунів передбачається двошарова гідроізоляція таметалевий профлист.

Днище резервуарів утеплене, монолітне, з бетону класу С25/30, товщиною 300мм. В центрі днища ферментатора встановлюється

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

колона з капітеллю, яка виконує функцію опори для дерев'яних балок перекриття.

На внутрішніх стінах споруди запроектовані наступні технологічні системи:

СП Ф1- внутрішня система підігріву субстрату резервуарів;

КЗН- внутрішні трубопроводи системи подачі та видалення приготовленого та відпрацьованого субстрату.

Г1- внутрішні трубопроводи системи низького тиску біогазу; П1- внутрішні повітропроводи системи десульфації,  $P=0,07\text{бар}$ ;

П2- внутрішні повітропроводи системи видалення відпрацьованого субстрату,  $P=0,7\text{ бар}$ .

Для забезпечення оптимальних умов технологічного процесу бродіння передбачаються п'ять електромеханічні змішувачі субстрату, які встановлюються по внутрішньому периметру споруди під кутом 90 С.

На зовнішній стіні закріплюються запобіжний клапан, вентилятор для подачі повітря під захисний купол, та драбини для обслуговування технологічного обладнання.

### **Резервуар перебродженого субстрату та фільтрату.**

Монолітна залізобетонна споруда - діаметром 12,0м і висотою 3,0м. Стіни та днище товщиною 250мм, перекриття – 180мм, виконано з бетону класу С25/30 . Заглиблений в землю на 2,0м. Робочий об'єм - 300 м<sup>3</sup>. Призначений для накопичення переродженого субстрату та фільтрату. Резервуар разделений на две секції залізобетонної перегородкою, одна секція для перебродженого субстрату 150 м<sup>3</sup>, а друга для фільтрата 150 м<sup>3</sup>. В кожній секції встановлено занурювані насоси. Один для подачі відпрацьованого субстрату на сепаратор,

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

другий для подачі фільтрату на технологію та в лагуну. Також в резервуарі перебродженого субстрату встановлено два електромеханічних змішувача.

Перекриття резервуарів комбіноване і складається з двох різних конструктивів в одному рівні. Перший конструктив – консоль, виконана у вигляді монолітного залізобетонного кільцевого сегменту, шириною 3,60м та товщиною 200мм. Другий конструктив – це дерев'яний настил із дошки  $\delta = 25$  мм по дерев'яним балкам, які розміщуються діаметрально, з опорою на капітель в центрі резервуарів. З метою запобігання ненормованим тепловтратам настил утепляється базальтовими плитами  $\delta = 50$ мм.

Над дерев'яною частиною перекриття встановлений газгольдер, ємністю  $V = 960$ м<sup>3</sup>. Він призначений для накопичення біогазу, а також виконує буферну функцію.

Підземна частина резервуарів заглиблена в землю на 3,0м. На ній передбачена теплоізоляція базальтові плити  $\delta = 100$ мм, а для захисту утеплювача від вологи та гризунів передбачається двошарова гідроізоляція таметалевий профлист.

Днище резервуарів утеплене, монолітне, з бетону класу C25/30, товщиною 300мм. В центрі днища ферментатора встановлюється колона з капітеллю, яка виконує функцію опори для дерев'яних балок перекриття.

На внутрішніх стінах споруди запроектовані наступні технологічні системи:

СП Ф1- внутрішня система підігріву субстрату резервуарів;

КЗН- внутрішні трубопроводи системи подачі та видалення приготовленого та відпрацьованого субстрату.

Г1- внутрішні трубопроводи системи низького тиску біогазу; П1- внутрішні повітропроводи системи десульфації,

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$P=0,07\text{бар}$ ;

П2- внутрішні повітропроводи системи видалення відпрацьованогосубстрату,  $P=0,7\text{ бар}$ .

Для забезпечення оптимальних умов технологічного процесу бродіння передбачаються п'ять електромеханічні змішувачі субстрату, які встановлюються по внутрішньому периметру споруди під кутом 90 С.

На зовнішній стіні закріплюються запобіжний клапан, вентилятор для подачі повітря під захисний купол, та драбини для обслуговування технологічного обладнання.

Джерелом постійного тепlopостачання споруд біогазової установки служить газовий двигун, розміщений в когенераційній установці (КГУ). Теплова потужність КГУ складає 939 кВт. Температура теплоносія, що надходить у тепловий пункт від КГУ становить: у подавальному трубопроводі

- 90 °С, у зворотньому трубопроводі - 70 °С. Обігрів ферментаторів здійснюється по залежній схемі через прокладені по внутрішній поверхні резервуарів пластикові труби Raubio Rehau. Температура теплоносія для підігріву субстрату у ферментаторі становить: подавальний трубопровід ~65°С, зворотній трубопровід ~45 °С. Орієнтовна номінальна теплова потужність системи обігріву ферментатора складає 200 кВт. На період запуску (40-50 діб) передбачено опалення ферментатора електричним котлом.

Проектом передбачено встановлення в тепlopункті теплообмінника для потреб замовника. Номінальна потужність теплообмінника – 500-600 кВт; його температурний режим: первинний контур - 90/70 °С, вторинний контур -65/85 °С.

Для кожного споживача (ферментатори, теплообмінник) передбачений свій контур опалення, в який входить: трьохходовий

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

клапан регулювання температури, циркуляційний насос з частотним регулюванням, шарові крани, зворотний клапан та сітковий фільтр.

Прокладка теплових мереж передбачається в траншеях, з поліетиленових труб Austroisol типу "AustroPUR" с теплоізоляційним і покривним шарами.

Вироблена електроенергія в кількості 11984000 кВт/рік використовується для потреб комплексу та реалізації в мережі електропостачання. Теплова енергія в кількості 7512000 кВт/рік використовується для технології та потреб замовника.

#### 1.4. Повітропостачання

Проект розроблено відповідно до прийнятої технологічної схеми виробництва. Технічні рішення відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших діючих норм і правил, забезпечуючи безпечну експлуатацію об'єкта.

Розрахунок систем стисненого повітря 0.7 бар продуктивністю 8 м3/год виконаний на підставі роботи водопідйомних пристроїв типу ерліфт, розрахунок систем стисненого повітря 0.07 бар продуктивністю 22 м3/год виконаний на підставі вимог до якості біогазу.

Трубопроводи стисненого повітря монтуються з поліетиленової труби Dn 20x1.9 з установкою запірної арматури на трубі і підключенням за допомогою прес-з'єднань із зовнішнім різьбленням.

Біогаз, вироблений в ферментаторах накопичується в газгольдерах під тиском 1-5mBar, де проходить десульфацію під дією повітря, що подається по пневмопроводу під тиском 0.07Bar дозовано, в залежності від кількості виробленого газу. Для попередження виникнення відхилення від розрахункового тиску в

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

газгольдерах на ферментаторах встановлені запобіжні клапани надвисокого – наднизького тиску. Для конденсації вологи в біогазі і видалення її з газопроводів по території комплексу прокладені підземні газопроводи з ухилом в бік колодязів для збору і видалення конденсату, також в пункті гозопідготовки встановлено кулер. Для біогазу до КГУ передбачається підвищення тиску біогазу до 0.2 Bar за допомогою компресора.

Газопроводи запроектовані з поліетиленових труб PE 100 SDR 17 DN 160x9,5 та 315x18,7 запірні пристрої-підземні, такі, що не потребують обслуговування. Важіль управління запірним пристроєм виведений під ковер.

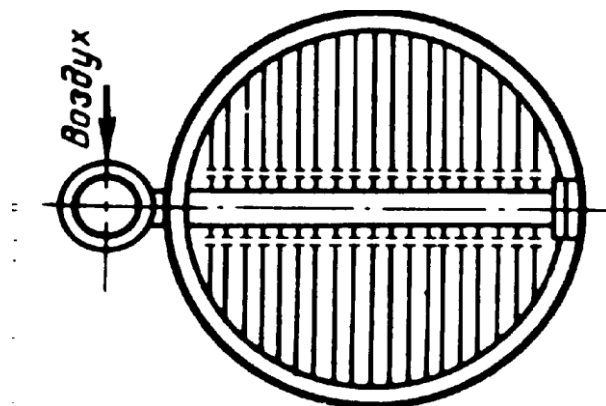
### **Трубчаста аераційна система**

Трубчата аераційна система використовується в дрожерастильном апараті ВДА-100, состоит із перфорованих трубок ( $d_{тр} = 0,051$  м), розташованих по всьому днищу з визначеним шагом S.

В поперечному перерізі трубки є  $z = 7$  рядів отворів ( $d_{отв} = 0,0008...0,001$  м), розташованих через  $15^\circ$ .

На 1 м довжини трубки приходиться  $n_1=1400$  отворів.

Трубки зєднуються з повітропроводом колектором ( $d_k = 0,35$  м). Число трубок з однієї сторони колектора  $n_{тр1} = 44$ , число отворів в трубках  $n = 245000$ , довжина трубок  $l_{общ} = 100 \dots 175$  м.



									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА			



шагом  $S = 0,005\text{м}$  ; на 1м довжини розташувати  $m = 200$  рядів отворів.

Відстань між кінцями трубок и обечайкой апарата прийняти  $h = 0,15\text{м}$ .

Витрата повітря при  $t_1 = 30^\circ\text{C}$  и  $P_1 = 0,17\text{ Мпа}$  :

$$L_1 = P_0 L_0 (273 + t_1) / P_1 (273 + t_0) = 0,1 \cdot 8610 (273 + 30) / 0,17 (273 + 0) = 5621 \text{ м}^2/\text{ч}$$

Діаметр нагнетательного воздуховода

$$d_B = \sqrt[4]{4L_1 / 3600 \cdot \pi \cdot v_B} = \sqrt[4]{4 \cdot 5621 / 3600 \cdot 3,14 \cdot 16}$$

$$= 0,352 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр колектора рівним діаметру воздуховода, т. е.:

$$d_k = d_B = 0,352 \text{ м}.$$

Сумарна площа отворів в воздуховодних трубках

$$F_{\text{отв}} = \pi d^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,352^2 / 4 = 0,097 \text{ м}^2 .$$

Швидкість повітря на виході з отворів

$$v_{\text{отв}} = L_1 / (3600 \cdot F_{\text{отв}}) = 5621 / (3600 \cdot 0,097) = 16,09 \text{ м/с}.$$

Число отворів в трубках

$$n = F_{\text{отв}} / (\pi \cdot d^2 / 4) = 0,097 / (3,14 \cdot 0,0012) = 30892$$

Число отворів на 1 метр довжини трубки

$$n_1 = z \cdot m = 7 \cdot 200 = 1400.$$

Обща довжина трубок

$$L_{\text{общ}} = n / n_1 = 30892 / 1400 = 22,1 \text{ м}.$$

Діаметр аераційної системи

$$D_c = D_a - 2h - d_k = 5 - 2 \cdot 0,15 - 0,352 = 4,348 \text{ м}.$$

Средня довжина трубок

$$l_{\text{ср}} = \pi D_c / 8 = 3,14 \cdot 4,348 / 8 = 1,71 \text{ м}.$$

Загальне число трубок

$$n_{\text{тр}} = L_{\text{общ}} / l_{\text{ср}} = 22,1 / 1,71 = 12,92 \approx 13$$

Приймаємо число трубок рівним 14 ,т. е. по ітр = 7 трубок з кожної сторони колектора.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Відстань між трубами по осям

$$t = D_c / i_{тр} = 4,348 / 7 = 0,62 \text{ м.}$$

Длина каждой трубки

літт □

$$\sqrt{(D_c - i_{мп}t) i_{мп}t}$$

де:  $i_{тр}$  - порядковий номер трубки в половині окружності аераціонной системи.  $(4,348 - 6 \cdot 0,62) \cdot 6 \cdot 0,62$

Таким образом, определим длины трубок:

$$l_1 = \sqrt{(4,348 - 1 \cdot 0,62) \cdot 1 \cdot 0,62}$$

1,52 м

$$l_2 = \sqrt{(4,348 - 2 \cdot 0,62) \cdot 2 \cdot 0,62}$$

$$l_3 = \sqrt{(4,348 - 3 \cdot 0,62) \cdot 3 \cdot 0,62}$$

$$l_4 = \sqrt{(4,348 - 4 \cdot 0,62) \cdot 4 \cdot 0,62}$$

$$l_5 = \sqrt{(4,348 - 5 \cdot 0,62) \cdot 5 \cdot 0,62}$$

$$l_6 = \sqrt{(4,348 - 7 \cdot 0,62) \cdot 7 \cdot 0,62}$$

$$= 1,96 \text{ м;}$$

$$= 2,15 \text{ м;}$$

$$= 2,17 \text{ м;}$$

$$= 1,97 \text{ м;}$$

$$= 1,53 \text{ м;}$$

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Розрахунок потужності, що витрачається на перемішування в ферментаторі з мішалкою в циркуляційному контурі.

Розглянемо ферментатор об'ємом  $V=3,0$  м<sup>3</sup> з перемешуваємим пристроєм в циркуляційному контурі. В апараті знаходиться суспензія водородо-окислюючих бактерій з щільністю  $\rho_{ж} = 1100$  кг/м<sup>3</sup>, в'язкістю  $\mu_{ж} = 1 \cdot 10^{-6}$  Па.с при газосодержанні ферментаційної середовища  $\rho_{г} = 0,15$ .

Припустимо відношенням висоти к діаметру ферментатора  $L / D = 7$ , тоді діаметр апарату орієнтовочно складе

$$D_{\text{ор}} = \sqrt{\frac{4V}{7\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,0}{7 \cdot 3,14}} = 0,817 \text{ м.}$$

Приймаємо внутрішній діаметр апарату  $D = 0,8$  м.

Діаметр центрального циркуляційного стакана знаходимо з умови рівності площей перерізів центрального стакана і кільцевого зазору, створеного ним з стенками сосуда:

$$d_c = D / 1,414 = 0,8 / 1,414 = 0,566 \text{ м} = 0,57 \text{ м.}$$

Визначимо висоту апарату. Об'єм еліптичного днища діаметром  $D=0,8$  м рівен :

$$V_{\text{дн}} = 0,0873.$$

Висота днища  $l_{\text{дн}} = 0,20$  м.

Об'єм циліндричної частини реактора

$$V_{\text{ц}} = V - 2 \cdot V_{\text{дн}} = 3,0 - 2 \cdot 0,087 = 2,826 \text{ м}^3.$$

Висота циліндричної частини

$$l_{\text{ц}} = \frac{V_{\text{ц}}}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{2,826}{\frac{0,785 \cdot 0,8^2}{4}} = 5,62 \text{ м.}$$

Висота

апарату

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$$L = l_c + 2 \cdot l_{\text{дн}} = 5,62 + 2 \cdot 0,2 = 6,02 \text{ м} \quad \square \quad 6,0 \text{ м.}$$

$$L / D = 6,0 / 0,8 = 7,5.$$

Відстань від кромки центрального стакана до днища і кришки ферментатора

$$h = d_{\text{ср}} / 4 = 0,58 / 4 = 0,145 \text{ м.}$$

Примем  $h = 0,15 \text{ м.}$

Тоді висота циркуляционного стакана

$$l_c = L - 2 \cdot h = 6,0 - 2 \cdot 0,15 = 5,7 \text{ м.}$$

Зададимся приведеною швидкістю рідини в кільцевому зазорі між стінкою сосуда і центральним стаканом  $w_{\text{ж}} = 0,5 \text{ м/с.}$

Такою ж буде швидкість  $i$  в центральному стакані, так як площа його перерізу дорівнює площі перерізу кільцевого зазору.

Витрата циркулюючої рідини

$$q_{\text{жц}} = 0,785 \cdot d^2 \cdot w_{\text{ж}} = 0,785 \cdot 0,785^2 \cdot 0,572 \cdot 0,5 = 0,1275 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Критерій Рейнольдса при русі газожидкостної суміші в центральному стакані:

$$Re = \frac{w_{\text{ж}} \cdot d_{\text{ср}}}{\nu_{\text{ж}}} = \frac{0,5 \cdot 0,57}{1 \cdot 10^{-6} (1 \cdot 0,15)} = 3,35 \cdot 10^5$$

Коефіцієнт гидравлического трия визначимо по формулі (2.16) при шоруховатості стінки  $\Delta = 0,5 \text{ мм:}$

$$\lambda = 0,11 \cdot \frac{10}{1,16} \cdot \frac{0,0005^{0,25}}{0,57} = 0,02$$

Потери напора на гидравлическое трия в центральному стакані по формулі

(2.105):

$$H = 0,02 \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{0,57^2}{0,52} = 0,003 \text{ м.}$$

$$1 \cdot \frac{0,57^2}{9,8} \cdot (1 \cdot 0,15)$$

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Еквівалентний діаметр кільцевого

зазора

$$d_{\text{э}} = D - d_c \approx 0,8 - 0,57 = 0,23 \text{ м.}$$

Критерій Рейнольдса при русі газожидкостной смеси в кільцевом зазорі

$$\text{Re}_{\text{ж}} = \frac{\omega_{\text{ж}} d_{\text{э}}}{\nu_{\text{ж}}} = \frac{0,5 \cdot 0,23}{1 \cdot 10^{-6} (1 \cdot 0,15)} = 1,35 \cdot 10^5.$$

Коефіцієнт гідравлического трения в зазорі

$$\lambda = 0,0005 \cdot \frac{10}{1,16} \cdot \frac{1,35}{105} = 0,02.$$

Втрати напора на гідравлическое трение в кільцевом зазорі по формулі

$$H = 0,02 \cdot \frac{5}{7} \cdot \frac{0,23^2}{0,52} = 0,0074 \text{ м.}$$

Геометрический параметр  $X$ , в соответствии с выражением :

$$X = 4 \cdot 0,15 \cdot 0,57 / 0,82 = 0,534$$

Коефіцієнт гідравлического сопротивления при повороте потока из центрального стакана в кольцевой зазор по уравнению :

$$\lambda_3 = 1,3 (0,534) - 0,6 = 1,89.$$

Потери напора при переходе газожидкостной смеси из циркуляционного стакана в кольцевой зазор по формулі

$$H_3 = 1,89 \cdot \frac{0,52}{2 \cdot 9,8(1 \cdot 0,15)} = 0,0284 \text{ м.}$$

Коефіцієнт сопротивления при переходе потока из кольцевого сечения в

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

циркуляционный стакан в соответствии с (2.113):

$$h_4 = 1,9 \cdot (0,534) - 0,6 = 2,77$$

Потери напора на этом участке определим по уравнению (2.108):

$$h_4 = 2,77 \quad \frac{0,52 \cdot 0,574}{2 \cdot 9,8(1 - 0,15) \cdot 0,44} = 0,171 \text{ м.}$$

Суммарные потери напора в циркуляционном контуре

$$H = \sum h_i = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 0,003 + 0,0074 + 0,0284 + 0,171 = 0,2098 \text{ м} \approx 0,21 \text{ м.}$$

Примем диаметр мешалки  $d_m = 0,4 \text{ м}$  и зададимся частотой ее вращения  $n = 5 \text{ с}^{-1}$ .

Рассчитаем коэффициент напора по формуле (2.114):

$$K_H = 0,81 \cdot (0,02)^{0,5} + \frac{5,0}{7} + \frac{5,0}{7} \cdot \frac{1,89}{0,44} + \frac{2,77 \cdot 0,12752}{(1 - 0,15) \cdot 0,574} = 0,514.$$

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт расхода:

$$K_u = q_{жц} / (n d^3) = 0,1275 / (5 \cdot 0,4^3) = 0,398.$$

По графику  $K_H = f(K_u)$  (см. рис. 2.26) находим положение рабочей точки на характеристике сети. В качестве перемешивающего устройства выбираем трехлопастную мешалку с относительной шириной лопастей  $b' = b/d_M = 0,3$

( $b = 0,12$  м) и углом наклона лопастей к горизонтали  $\alpha = 24^\circ$ , так как характеристика данной мешалки проходит чуть выше точки характеристики сети.

Гидравлический КПД мешалки в этом случае составит  $\eta \approx 0,65$ .

Гидравлическую мощность рассчитаем по уравнению (2.116):

$$N_r = 0,2098 \cdot 1100 (1 - 0,15) \cdot 9,8 \cdot 0,1275 = 245 \text{ Вт.}$$

Тогда в соответствии с уравнением (2.115) потребляемая мешалкой мощность

$$N_n = 245 / 0,65 = 377 \text{ Вт.}$$

### **Розрахунок валу механічного перемішуючого пристрою на жорсткість і міцність**

Мета розрахунку: перевірити вал мішалки на жорсткість і міцність.

Вихідні дані:

діаметр валу $d$ , мм	65;
довжина валу $L$ , м	3,67;
довжина прольоту $l_1$ , м	3,13;
довжина ділянки $z_1$ , м	0,65;
кутова швидкість обертання валу $\omega$ , рад/с	18,8;

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

потужність, яка затрачується на перемішування:  $N$ , Вт 277;

границя витривалості матеріалу:  $\sigma_{-1}$ , МПа 279.

Розрахунок наведено в літературі [19, стр. 33].

Ексцентриситет маси мішалки становить:

$$e_1 = \frac{10^{-3}}{\sqrt{\omega}} = \frac{10^{-3}}{\sqrt{18,8}} = 2,306 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Відносна координата небезпечного по жорсткості перерізу в місці ущільнення валу:

$$\tilde{z}_1 = \frac{z_1}{L} = \frac{0,65}{3,67} = 0,177.$$

Безрозмірний динамічний прогин валу в центрі ваги валу :

$$\tilde{y}_1 = f(\tilde{z}_1) = f(0,177) = 0,52.$$

Приведений ексцентриситет маси мішалки:

$$e_{1.пр} = \tilde{y}_1 \cdot e_1 = 0,47 \cdot 2,306 \cdot 10^{-4} = 4,907 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Приведена маса валу дорівнює:

$$m_{в.пр} = 0,5 \cdot m_L \cdot L = 0,5 \cdot 26,049 \cdot 3,67 = 47,799 \text{ кг.}$$

Зміщення осі валу від осі обертання за рахунок зазорів в опорах:

в місці встановлення мішалки:

$$\Delta_{z3} = \Delta_B - \Delta_A \cdot \frac{z_3}{L} + \Delta_A = (0,01 \cdot 10^{-3} - 0,01 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{3,4}{3,9} +$$

$$+ 0,01 \cdot 10^{-3} = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ м,}$$

де  $\Delta_A = 0,01 \cdot 10^{-3}$  м – зміщення для радіального однорядного кулькового підшипника;  $\Delta_B = 0,01 \cdot 10^{-3}$  м – зміщення для підшипника ковзання нижньої опори

в місці встановлення ущільнення валу:

$$\Delta_{z1} = \Delta_B - \Delta_A \cdot \frac{z_1}{L} + \Delta_A = (0,01 \cdot 10^{-3} - 0,01 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{0,65}{4,05} +$$

$$+ 0,01 \cdot 10^{-3} = 0,03 \cdot 10^{-3} \text{ м,}$$

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА			

Зміщення осі валу від осі обертання за рахунок початкової вигнутості валу (радіальне биття валу):

в місці встановлення мішалки згідно формули  $\varepsilon_{l1} = \varepsilon_{z3} = \varepsilon_B \cdot \tilde{y}_3$ , де  $\varepsilon_B = 0,09 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  – початкова вигнутість валу в точці приведення  $B$ , яка приймається за таблицею 3.7[19], тоді  $\varepsilon_{z3} = \varepsilon_B \cdot \tilde{y}_3 = 0,09 \cdot 10^{-3} \cdot 0,47 = 4,23 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ ;

в місці встановлення ущільнення валу:

$$\varepsilon_{z1} = \varepsilon_B \cdot \tilde{y}_1 = 0,09 \cdot 10^{-3} \cdot 0,52 = 4,68 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Зміщення осі валу від осі обертання в точці приведення  $B$  за рахунок зазорів в опорах:

$$\Delta_B = \frac{\Delta_B + \Delta_A}{2} = \frac{0,01 \cdot 10^{-3} + 0,01 \cdot 10^{-3}}{2} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Приведений ексцентриситет маси валу з мішалкою:

$$e_{пр} = \frac{m_{пр} \cdot e_{1,пр}}{m_{пр} + m_{в,пр}} + \Delta_B + \varepsilon_B = \frac{3,755 \cdot 4,907 \cdot 10^{-4}}{3,755 + 47,799} + 0,01 \cdot 10^{-3} + 0,09 \cdot 10^{-3} = 1,557 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Динамічний прогин осі валу в точці приведення  $B$ :

$$y_B = \frac{e_{пр}}{\omega_{кр1}^2} = \frac{1,557 \cdot 10^{-4}}{\left(\frac{45,72}{\omega}\right)^2 - 1} = 2,762 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Динамічне зміщення центра тяжіння мішалки:

$$A_{l1} = y_B \cdot \tilde{y}_1 + \varepsilon_{l1} + \Delta_{l1} + e_1 = (2,762 \cdot 10^{-5}) \cdot 0,47 + 3,23 \cdot 10^{-5} + 0,01 \cdot 10^{-3} + 2,306 \cdot 10^{-4} = 2,959 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Динамічне зміщення центра осі валу в небезпечному по жорсткості перерізів місці встановлення ущільнення валу:

$$A_{z1} = y_B \cdot \tilde{y}_1 + \varepsilon_{z1} + \Delta_{z1} = (2,762 \cdot 10^{-5}) \cdot 0,52 + 4,68 \cdot 10^{-5} + 0,01 \cdot 10^{-3} = 7,116 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Динамічне зміщення валу в точці приведення  $B$ :

$$A_B = y_B + \varepsilon_B + \Delta_B = 2,762 \cdot 10^{-5} + 0,09 \cdot 10^{-3} + 1 \cdot 10^{-5} = 1,276 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Умова жорсткості:

для сальникового ущільнення:

$$[A]_{z1} = \frac{A_{z1}}{0,1 \cdot 10^{-3}} = \frac{7,116 \cdot 10^{-5}}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 0,712 \leq 1;$$

для торцевого ущільнення:

$$[A]_{z1} = \frac{A_{z1}}{0,25 \cdot 10^{-3}} = \frac{7,116 \cdot 10^{-5}}{0,25 \cdot 10^{-3}} = 0,285 \leq 1.$$

Таким чином, умови жорсткості виконуються для обох видів ущільнень.

Розрахунок валу на умови міцності ведемо за методикою, наведеною у літературі.

Сконцентрована відцентрова сила, що діє на мішалку:

$$F_1 = m \cdot \omega^2 \cdot A_{l1} = 17 \cdot 18,8^2 \cdot 2,959 \cdot 10^{-4} = 1,778 \text{ Н.}$$

Приведена відцентрова сила, що діє в точці приведення В, від власної ваги

валу:

$$F_{в.пр} = m_{в.пр} \cdot \omega^2 \cdot A_B = 47,799 \cdot 18,8^2 \cdot 1,276 \cdot 10^{-4} = 2,156 \text{ Н.}$$

Реакції опор:

$$R = \frac{B_1}{A} + \frac{F_{в.пр}}{L} = \frac{0,96}{2} + \frac{2,156}{3,67} = 1,34 \text{ Н,}$$

де  $B_1 = F_1 \cdot (L - l_1) = 1,778 \cdot (3,67 - 3,13) = 0,96 \text{ Н} \cdot \text{м.}$

$$R = \frac{B_3}{B} + \frac{F_{в.пр}}{L} = \frac{5,565}{2} + \frac{2,156}{3,67} = 2,594 \text{ Н,}$$

де  $B_3 = F_1 \cdot l_1 = 1,778 \cdot 3,13 = 5,565 \text{ Н} \cdot \text{м.}$

Вигинаючий момент в небезпечних по міцності перерізах: між А та В:

$$M_{в.з2} = R_A \cdot z_2 = 1,34 \cdot 1,835 = 2,458 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

між В та Б:

$$M_{в.з3} = R_A \cdot z - \frac{F_{в.пр}}{2} \cdot \left( z - \frac{L}{2} \right) = 1,34 \cdot 3,13 - 2,156 \cdot \left( 3,13 - \frac{3,67}{2} \right) = 1,401 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА			

Крутний момент в небезпечних по міцності перерізах (в середині прольотувалу і в місці встановлення мішалки):

$$M_{к.з2} = M_{к.з3} = \frac{N}{\omega} = \frac{5000}{18,8} = 265,957 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Момент опору валу в небезпечних по міцності перерізах:

$$W_{z2} = W_{z3} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,065^3}{32} = 2,696 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

Еквівалентні напруження в цих перерізах:

$$\sigma_{екв.з2} = \frac{W_{к.з2} \sqrt{M_{к.з2}^2 + M^2}}{W_{z2}} = \frac{\sqrt{2,458^2 + 265,957^2}}{2,696 \cdot 10^{-5}} = 9,865 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

$$\sigma_{екв.з3} = \frac{W_{к.з3} \sqrt{M_{к.з3}^2 + M^2}}{W_{z3}} = \frac{\sqrt{1,401^2 + 265,975^2}}{2,696 \cdot 10^{-5}} = 9,865 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Допустиме напруження визначається за формулою:

$$[\sigma]_{zi} = \frac{\varepsilon_M \cdot \sigma_{-1}}{K_{\sigma zi} \cdot n},$$

де  $\varepsilon_M=0,67$  – безрозмірний коефіцієнт;  $K_{\sigma z3}=1,3$  – ефективний коефіцієнт концентрації напружень; в неослабленому перерізі  $K_{\sigma z2}=1$ ;  $n=1,6$  – мінімальний запас міцності на витривалість.

$$[\sigma]_{z2} = \frac{\varepsilon_M \cdot \sigma_{-1}}{K_{\sigma z2} \cdot n} = \frac{0,67 \cdot 2,79 \cdot 10^8}{1 \cdot 1,6} = 1,168 \cdot 10^8 \text{ Па};$$

$$[\sigma]_{z3} = \frac{\varepsilon_M \cdot \sigma_{-1}}{K_{\sigma z3} \cdot n} = \frac{0,67 \cdot 2,79 \cdot 10^8}{1,3 \cdot 1,6} = 8,987 \cdot 10^7 \text{ Па};$$

$$\sigma_{екв.з2} \leq [\sigma]_{z2}; 9,865 \cdot 10^6 \leq 1,168 \cdot 10^8;$$

$$\sigma_{екв.з3} \leq [\sigma]_{z3}; 9,865 \cdot 10^6 \leq 8,987 \cdot 10^7;$$

Висновок: таким чином, однопрольотний вал діаметром  $d = 65$  мм і довжиною 3670 мм при заданому навантаженні є вібростійким, міцним і достатньо жорстким в небезпечних перерізах.

Умови міцності виконуються:

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## 1.5. Вентиляція та кондиціонування технічних приміщень та насосної

### Вентиляція технічних приміщень.

Система вентиляції в приміщеннях будівлі запроектована частково природня частково примусово-витяжна з рекуперацією тепла витяжного повітря.

Розглянемо окремо по приміщеннях: - в приміщенні теплового пункту запроектовано примусову витяжну вентиляцію В1, яка розрахована на короткочасну дію та забезпечує 10-кратний обмін повітря з неорганізованим припливом свіжого повітря ззовні через вхідні двері та вікна. - в приміщенні електрощитової приток/виток повітря передбачено за рахунок природного спонукання встановлення припливно-витяжних решіток (система ПЕ1) в дверях та примусова витяжка В2 в стіні. - в приміщеннях санвузла та душової для притоку/витоку повітря за рахунок природного спонукання передбачено встановлення припливно-витяжних решіток (системи ПЕ2, ПЕ3) в дверях.

Для забезпечення нормованого повітрообміну в приміщенні санвузла та душової, передбачено витяжну систему з виводом повітря через зовнішню стіну за допомогою витяжних вентиляторів (системи В3 та В4); - в приміщенні операторської для притоку/витоку повітря та кращого повітрообміну в приміщенні запроектовано припливно-витяжна система вентиляції з механічним спонуканням і рекуперацією тепла - система ПВ1.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

### **Вентиляція насосної.**

В приміщенні насосної запроектована природня системи вентиляції. Для притоку-витоку повітря за рахунок природного спонукання передбачено встановлення двох припливно-витяжних шахт (система ПЕ4 та ВЕ1), які забезпечують 3-х кратний повітрообмін.

### **Кондиціонування технічних приміщень.**

Для забезпечення комфортних умов перебування людей в літній період часу передбачається встановлення кондиціонера (мульти-спліт система кондиціонування) в приміщенні для операторів. Також, для забезпечення нормальної роботи обладнання в літній період часу, кондиціонер встановлюється в приміщенні електрощитової.

### **1.6. Опалення технічних приміщень**

Технічне приміщення (поз. по ГП-6) Опалення технічного приміщення передбачається в усіх приміщеннях крім теплопункту та електрощитової. У відповідності до ДБН В 2.2-28:2010 опалення в технічному корпусі розраховане на підтримання наступної температури в приміщеннях: - в приміщеннях сан.вузла - +18 °С (в душовій +20...24°С); - в службових приміщеннях №1 та №2 - +20; - в кабінеті директора - +22; - в коридорі - +18. У відповідності до ДСН 3.3.6.042-99. опалення в операторській розраховане на підтримання температури - +20 °С; В будівлі запроектована водяна, двотрубна система опалення. Теплоносієм для потреб опалення є мережна вода (37%-й водний розчин пропіленгліколю) з параметрами 80-60 °С.

Опалення приміщень передбачається сталевими

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

панельними радіаторами з нижнім підключенням. Радіатори обладнані вбудованими термостатичними клапанами, відсічною арматурою та краном для випуску повітря.

Трубопроводи системи опалення прийнято із поліетиленових труб типу РЕХ-а. Трубопроводи системи опалення прокладені приховано в бетонній стяжці підлоги в утеплювачі. Монтаж, випробування та пуск в експлуатацію систем опалення та вентиляції виконати відповідно вимог ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 "Руководство по монтажу внутренних санитарно-технических систем" та рекомендацій заводів-виробників обладнання. Трубопроводи ізолюють теплоізоляцією із спіненого каучуку, товщиною 6 мм. Видалення повітря із системи відбувається за допомогою автоматичних повітровідвідників, встановлених у верхніх точках системи та на радіаторах.

Насосна забезпечення мінімальної температури +5 °С в приміщенні у холодний період року буде передбачено за рахунок теплонадходжень від технологічного обладнання розміщеного у приміщенні.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

**Розділ 2.**

**ТЕХНОЛОГІЧНІ КОМУНІКАЦІЇ**

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

## 2.1. Водопостачання та каналізація

Водопровід запроєктований із поліетиленових труб Dn63x8.6; Dn32x4.4; Dn25x3.5 Для прокладання каналізаційної мережі проектом передбачені труби з поліпропілену Dn50 x 8,4. 5. Монтаж , облаштування і прийом систем внутрішнього водопостачання провести згідно норм і правил діючих на території України . 6. Водопостачання технічного приміщення здійснюється від ємності.

Проектом передбачена мережа гарячого водопостачання . Приготування гарячої води здійснюється за допомогою водонагрівача , який розміщується в санвузлі . Гаряча вода подається до санітарних приладів . Мережа прокладається з поліетиленових труб Dn25. 6. Трубопроводи холодного водопостачання у санітарних вузлах та гарячого водопостачання , окрім підведень по приладів , треба ізолювати . 7. Для прокладання каналізаційної мережі проектом передбачені труби з поліпропілену за ДСТУ Б В .2.7-140:2007. Для ліквідації засмічення на мережі встановлена ревізії для прочистки .

Джерелом водопостачання площадки біогазової установки прийнята водопровідна мережа з існуючій свиноферми. Діаметр підвідного водопроводу – 63мм.

### Характеристика споживачів

Таблиця 1

Найменування	Кіл-ть,чол		Примітка
	за добу	в максимальну зміну	
Працівники	1	2	
<i>Всього</i>	1	2	

Норми витрати води споживачами:

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Таблиця 2

Водопотребителі	Вимірювач	Норма витрати води, л						Витрата води приладом л/с, (л/год)	
		в середню добу		в найбільшого водоспоживання		в годину найбільшого водоспоживання			
		загальна (в т.ч. гаряч.) $q^{tot}_{u,m}$	гарячої $q^{h,u,m}$	загальна (в т.ч. гаряч.) $q^{tot}_u$	гарячої $q^h_u$	загальна (в т.ч. гаряч.) $q^{tot}_{hr,u}$	гарячої $q^h_{hr,u}$	заг. (холодної та гаряч.) $q^{tot}_{o,hr}$	холодної або гаряч. $q^{c,o}, q^{h,o}$ ( $q^{c,o,hr}, q^{h,o,hr}$ )
Працівники	1 чол. в зміну	-	-	25	11	9,4	4,4	0,14 (60)	0,1 (40)
Душова кабіна с глибоким душовим піддоном змішувачем	1. душ. піддон в зміну					115	80	0,12 (115)	0,09 (80)

**Результати розрахунку зведені в таблицю:**

**Технічне приміщення**

Таблиця 3

Назва		л/с	м <sup>3</sup> /годину	м <sup>3</sup> /добу
Загальна витрата води	$q^{tot}$	0.51	0.66	0.17
Холодної води	$q^c$	0.29	0.35	0.14
Гарячої води	$q^h$	0.34	0.46	0.14
Стічні води	$q^s$	0.51	0.66	0.17

Для омивання оглядових вікон в ферментаторі передбачений водопровід Ду 16мм. Добова витрата води на омивання вікон 1,0-2,0 л в одному ферментаторі.

Всі поверхневі стоки з площадки відводяться в зливозбірник і звідки занурювальним насосом перекачується в лагуну освітлених стоків.

Каналізаційні стоки з побутового приміщення виводяться в септик, з

								Арк.
АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА								
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

септика в фільтраційний колодязь.

Внутрішні мережі водопроводу виконуються з поліетиленових труб.

Діаметри визначені розрахунком.

Гаряча вода для побутових потреб подається з тепlopункту, також передбачено електричний бойлер (резерв).

## 2.2. Електропостачання та електрообладнання

Основними споживачами електроенергії є електродвигуни технологічного обладнання та електроосвітлювальні прилади.

Режим роботи об'єкту – цілодобовий, круглорічний.

За ступенем надійності електропостачання споживачі відносяться до III категорії

Назва ел. приймача	$P_{вст}$ , кВт	N, шт.	$P_{в} = P_{н} \cdot N$ , кВт	K вик.	P розр.
Резервуар приймальний					
Мішалка пропелерна погрузна №1	5,5	1	5,5	0,3	1,65
Мішалка пропелерна погрузна №2	5,5	1	5,5	0,3	1,65
Насосна (приміщення під обладнання)					
Насос роторний подачі субстрату в ферментатори	11,0	1	11,0	0,25	2,75
Насос роторний подачі субстрату в насос «Pre-mix»	5,5	1	5,5	0,25	1,375
Бункер завантажувач	8,5	1	8,5	0,25	1,5
Подрібнювач типу «RotaCut»	16,5	1	16,5	0,25	4,125
Насос типу «Pre-mix»	9,2	1	9,2	0,25	2,3
Засувка шиберна з електроприводом	0,18	1	0,18	0,25	0,045
Засувка шиберна з електроприводом	0,18	1	0,18	0,25	0,045
Компресор повітряний	2,25	1	2,25	0,2	0,45
Ферментатор 1.1					
Мішалка пропелерна погрузна №1	18,5	1	18,5	0,2	3,7

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Мішалка пропелерна погрузна №2	18,5	1	18,5	0,2	3,7
Мішалка пропелерна погрузна №3	18,5	1	18,5	0,2	3,7
Мішалка пропелерна погрузна №4	18,5	1	18,5	0,2	3,7
Мішалка пропелерна погрузна №5	18,5	1	18,5	0,2	3,7
Повітродувка куполу	0,12	1	0,12	1,0	0,12
Насос роторний перевантаження субстрату	7,5	1	7,5	0,2	1,5
Ферментатор 1.2					
Мішалка пропелерна погрузна №1	18,5	1	18,5	0,2	3,7
Мішалка пропелерна погрузна №2	18,5	1	18,5	0,2	3,7
Мішалка пропелерна погрузна №3	18,5	1	18,5	0,2	3,7
Мішалка пропелерна погрузна №4	18,5	1	18,5	0,2	3,7
Мішалка пропелерна погрузна №5	18,5	1	18,5	0,2	3,7
Повітродувка куполу	0,12	1	0,12	1,0	0,12
Насос роторний перевантаження субстрату	7,5	1	7,5	0,2	1,5
Резервуар перебродженого субстрату та фільтрату					
Насос подачі на сепаратор	4,0	1	4,0	0,25	1,0
Насос подачі фільтрату	4,0	1	4,0	0,25	1,0
Сепаратор барабанний	2,2	1	2,2	0,25	0,55
Теплопункт					
Насос контуру ферментатора 1.1	2,2	1	2,2	1,0	2,2
Насос контуру ферментатора 1.2	2,2	1	2,2	1,0	2,2
Насос подачі води на КГУ	2,2	1	2,2	1,0	2,2
Насос подачі води на технічне приміщення	0,17	1	0,17	0,4	0,068
Насос подачі води на теплообмінник	2,2	1	2,2	0,7	1,54
Насос подачі води замовнику	11,0	1	11,0	0,7	7,7
Насосна станція підживлення	0,85	1	0,85	0,1	0,085
Насос дренажний	0,35	2	0,70	0,05	0,035
Газопостачання					
Охолоджувач біогазу	7,14	1	7,14	1,0	7,14
Компресор газовий	9,2	1	9,2	1,0	9,2
Газова свіча	0,5	1	0,5	0,01	0,005
Насос дренажний	0,35	1	0,35	0,05	0,018
Насосн обладнання подачі води					
Насос для подачі води на оглядові вікна та побутові потреби	0,75	1	0,75	0,1	0,075
Насос дренажний	0,35	2	0,7	0,05	0,035

Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА

Арк.

Щит розподільчий			3,371	0,410 6	1,384
Зовнішнє освітлення			1,02	0,5	0,51
<b>Всього по об'єкту</b>			<b>318,55</b>		<b>93,625</b>
<b>Річне споживання</b>					<b>820155</b>

### Схема електропостачання

Основними споживачами електричної енергії є технологічне обладнання, що встановлюється в/на спорудах та допоміжні інженерні системи: системи електро-освітлення, вентиляція, та робочі місця технічного приміщення

По надійності електропостачання споживачі електричної

Для розподілення електроживлення між споживачами у електрощитовій технічного приміщення встановлюється ввідно-розподільчий пристрій ВРП.

Живлення та керування технологічним обладнанням виконується від щита керування ЩК. Живлення до

Проектом передбачено застосування кабелів та проводів з мідними жилами в оболонці, що не розповсюджує горіння зі зниженим газодимовиделенням. Для живлення трифазних споживачів передбачається п'ятипровідна мережа (3 фазних - L, нульовий робочий - N, та нульовий захисний - PE провідники), а однофазних - трипровідна (L, N, PE). Електропроводка виконується із можливості її заміни шляхом її прокладання у трубах ПНД з використанням кабельних колодязів.

В проекті передбачено встановлення ввідно-розподільчого пристрою індивідуального виготовлення з автоматичними вимикачами на вводі та вихідних лініях Керування електромоторами передбачено апаратами управління, що поставляються комплексно з технологічним обладнанням і кнопками керування магнітних пускачів

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

Робочий проект виконано на підставі договору БТ -1421.

Робочий проект виконано у відповідності до діючих нормативно - технічних документів України:

- ДБН -В.2.5-28-2006 " Природне і штучне освітлення ";
- Правила улаштування електроустановок.

Проектом передбачено систему зовнішнього електроосвітлення території та проїздів. Проїзди розглядаються як селищні дороги з поодинокими автомобілями. Згідно Табл. 17 ДБН -В.2.5-28-2006 освітленість таких проїздів повинна бути не менш, ніж 2 лк.

Так як експлуатаційні та ремонтні роботи у нічну пору доби не проводяться, то для території станції, що проектується передбачається тільки охоронне освітлення та освітлення безпеки, яке повинно мати мінімальну освітленість для примислової території згідно п.4.75 ДБН -В.2.5-28-2006 - 1 лк.

Зовнішнє освітлення виконано енергозберігаючими світлодіодними світильниками напругою 220В та потужністю 60 Вт згідно розрахунку освітленості. Світильники встановлюються на опори СВ 110-5 на кронштейнах. Живлення до світильників підводиться по опорах у трубі ПВХ Ø20 мм.

Щит керування зовнішнім освітленням, що проектується, забезпечує роботу у ручном та автоматичном режимах. Даним проектом передбачено освітлення наступних приміщень:

- технічного приміщення
- приміщення для обладнання

У якості основного освітлення використовується світильники світлодіодні ДПО20У-36-121, ДББ64В-4-041 УХЛ4 та ДББ64В-12-081 УХЛ4.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Вимикачі встановити на рівні 800мм від "чистої підлоги" та на відстані 150мм від дверей. До вимикачів виконати опуски кабеля у штробі: ВВГнг-LS 2х1,5 (одноклавішні) та ВВГнг-LS 3х1,5 (двоклавішні).

### 2.3. Газопостачання

Проект газопостачання виконаний згідно ДБН В .2.5-20-2018 " Газопостачання ". 4. Монтаж та випробування газопроводу провести згідно ДБН В .2.5-20-2018. 5. Джерелом газопостачання є ферментатори біогазової установки , в якому виробляється біогаз методом анаеробного бродіння органічних відходів . Тиск системи газопостачання  $P = 5$  мбар , який відповідає системам низького тиску . 6. Підземний газопровід запроектований із поліетиленових труб PE - 100 ГАЗ SDR 17 Dn160x9.5; Dn315x18.7 при тиску до 5 мбар , надземний газопровід запроектований зі сталевий нержавіючої труби Dn160 x 6 згідно ГОСТ 9941-81 " Труби безшовні холодно - і теплодеформовані із корозійностійкої сталі " 7. На рівні 40 см від верху труб укласти сигнальний провід зі стрічкою "Обережно газ ". 8. Розпізнавальне забарвлення на газопроводі виконати жовтим кольором . 9. Пуск газу виконати після виконання будівельно - монтажних робіт і оформлення виконавчої документації згідно ДБН В .2.5-20-2018. 10. При проведенні монтажних робіт необхідно зробити всі заходи з охорони праці та техніки безпеки згідно "Правилами безпеки систем газопостачання " 11. Зварювання трубопроводів виконати згідно ДБН В .2.5-20-2018. 12. Після монтажу газопроводу здійснити його прив'язку до існуючих споруд , передбачити розпізнавальні знаки , на яких вказати діаметр , тиск , матеріал і рівень закладення труби .

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

**Розділ 3.**

**ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ**

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

Теплопостачання комплексу переробки відходів тваринництва та рослинництва в біогаз , який розташовано на землях с. Доброгорща , Хмельницького району , Хмельницької області розроблено на підставі завдання на проектування та у відповідності до чинних норм , правил і стандартів , що діють на території України . Система теплопостачання - закрита, двотрубна. В якості теплоносія використовується водний розчин поліпропіленгліколю з концентрацією 37%.

Джерелом тепла біогазового комплексу є когенераційна установка контейнерно-модульного типу марки G420, з номінальною тепловою потужністю -  $Q=0,94$  МВт(поставляється без котла утилізатора) та електричною потужністю -  $N_e=1,5$  МВт виробництва фірми "GE Jenbacher GmbH&Co OG". Первинний запуск біогазового комплексу буде здійснюватися за рахунок стороннього джерела тепла(блочно-модульна котельня, або електрокотел) з тепловою потужністю 200кВт.

Для зменшення витрат на запуск біогазового комплексу необхідно виконувати в літній період. Подальша робота біогазового комплексу передбачається від тепла когенераційного модулю, що отримується за рахунок спалення біогазу, який виробляється у ферментаторі №1 та ферментаторі №2. Забезпечення теплом ферментаторів №1 та №2 здійснюється від індивідуального теплопункту, який розміщено в технічному приміщенні до якого також подається тепло від когенераційного модулю. Крім того, надлишок тепла передбачається передавати до теплових мереж.

Теплопостачання біогазового комплексу передбачається по залежній схемі, тепловими мережами, що прокладаються переважно підземно, безканалним способом.

Робочий температурний графік теплових мереж забезпечується на рівні: - від когенераційного модулю до теплового пункту -  $T_1/T_2 - 90 /$

						<i>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</i>	Арк.
<i>Зм</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

70°C; - від тепловпункту до ферментатора №1 - 65/45°C; - від тепловпункту до ферментатора №2 - 65/45°C; - на власні потреби - 85/65°C.

Прокладання підземних мереж тепловпостачання здійснюється попередньо ізолюваними трубами типу Austroisol SDR 11 із зшитого поліетилену PE-Xa по DIN 16892/93 з кисне захисним шаром відповідно до DIN 4726 в поліетиленовому захисному кожусі виробництва фірми «Austroisol» (Австрія), що призначені для високотемпературних мереж тепловпостачання.

З'єднання трубопроводів Ø75/175мм та Ø110/200мм з фасонними елементами передбачено виконувати по технології з насувною гільзою.

Прокладання зовнішніх мереж тепловпостачання (від тепловпункту до КГУ, від тепловпункту на потреби частково здійснюється сталевими попередньо ізолюваними трубами згідно ДСТУ Б. В.2.5-31:2007, які поставляються «Першим трубним заводом (м. Київ).

При надземному прокладанні попередньо ізолювані труби повинні бути покриті оцинкованою оболонкою SPIRO.

Прокладання тепломереж через проїжджу частину здійснюється в металевих футлярах, які виконуються із сталевих безшовних гарячедеформованих труб Ø377x10мм та Ø426x10мм по ДСТУ 8938:2019.

Для запобігання корозії на зовнішню поверхню футляру наноситься дуже посилена антикорозійна бітумно-гумова ізоляція в 2-а шари.

Компенсація температурних розширень трубопроводів передбачається за рахунок Г- та Z-подібних компенсаторів та укладанням труби «змійкою» (згідно рекомендацій виробника труб).

Монтаж та гідравлічні випробування виконувати згідно НПАОП

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

0.00-1.81-18, ДСТУ Б В.2.5-35:2007 та рекомендацій заводу виробника. Розробку кромок під сварку і зварні шви трубопроводів, виконати згідно ГОСТ 16037-80 «Соединения сварные стальных трубопроводов».

При аварійному чи плановому опорожненні теплових мереж та випуску повітря передбачено спускню та повітровідвідну арматуру, яка встановлена в дренажному напрямку теплового пункту технічного приміщення та на колекторах в приміщеннях для обладнання, та на колекторах біля споживачів.

Дренаж теплоносія з теплових мереж біогазового комплексу здійснюється в дренажний колодязь №1 теплового пункту. Дренаж теплоносія з теплових мереж, що йдуть на покриття потреб Замовника здійснюється в дренажний колодязь №2.

Для контролю за виконанням робіт по прокладанню теплових мереж необхідно виконання складання актів на приховані роботи:

1. Улаштування утрамбованої піщаної основи та зворотної засипку під трубопроводи
2. Перевірка з'єднань трубопроводів.
3. Промивка та гідравлічні випробування трубопроводів
4. Нанесення антикорозійного та теплоізоляційного покриття в місцях з'єднання труб
5. Улаштування проходження труб через стіни та фундаменти

Проект системи внутрішнього теплопостачання резервуарів комплексу переробки відходів тваринництва та рослинництва в біогаз, розроблено на підставі завдання на проектування та у відповідності до чинних норм , правил і стандартів , що діють на території України .

Технічні рішення , що прийнято в проекті , відповідають вимогам екологічних , санітарно -гігієнічних , протипожежних та інших діючих норм , правил та стандартів України , що забезпечують безпеку для життя та здоров 'я людей при експлуатації об 'єкту .

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Передбачено облаштування систем нагріву субстрату до заданих температур в резервуарах :

ферментаторі №1 та ферментаторі №2. по ГП - плюс 38...40° С.

При відсутності потреби в нагріві насос системи тепlopостачання відключається в автоматичному чи в ручному режимі по температурі середовища в резервуарі .

В якості теплообмінної поверхні прийнято трубу зі зшитого поліетилену RAUBIO PE-Ха SDR 13 виробництва фірми REHAU ( Німеччина ).

Система тепlopостачання - закрыта , двохтрубна .

В якості теплоносія використовується 37% водний розчин пропіленгліколя . Температурний графік теплоносія -  $T_1 / T_2 = 65/45$  ° С .

Для випуску повітря , зливу теплоносія , контролю тиску теплоносія після запірної арматури на вводі в резервуари передбачена установка автоматичного повітроспускного клапана , зливних кранів і манометрів .

Дренаж теплоносія забезпечується по місцю в переносні поліетиленові ємності .

Монтаж , випробування , прийом і пуск в експлуатацію трубопроводів розташованих в резервуарах виконують відповідно до вимог ДСТУ -Н Б В .2.5-73:2013, ДНАОП 0.00-1.11-98 та рекомендацій заводу -виробника . Після монтажу провести гідравлічні випробування трубопроводів тиском 1,25 від робочого та скласти акт на гідравлічні випробування .

Всі металеві частини пофарбувати двома шарами емалі ПФ -115 по шару ґрунтовки ГФ -021.

Всі трубопроводи та арматуру , розміщені зовні резервуарів , теплоізолювати . Після виконання монтажних робіт трубопроводи ,

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

що розміщені зовні резервуарів підлягають прийманню з складанням актів огляду по формі , наданій в ДБН А 3.1-5-96 „ Організація будівельного виробництва ”, на наступні види прихованих робіт :

- а ) зварювання трубопроводів ;
- б ) контроль якості зварних з'єднань ;
- в ) іспит на міцність та герметичність ;
- г ) промивка трубопроводів ;
- д ) гідравлічні випробування ;
- є ) антикорозійне покриття ;
- ж ) теплова ізоляція .

Виконується побудова мережі електро- постачання технологічного та допоміжного обладнання біогазової станції.

Основними споживачами електричної енергії є технологічне обладнання, що встановлюється в/на спорудах та допоміжні інженерні системи: системи електро- освітлення, вентиляція, та робочі місця технічного приміщення.

По надійності електропостачання споживачі електричної енергії відносяться до II категорії. Для розподілення електроживлення між споживачами у електрощитовій технічного приміщення встановлюється вводно-розподільчий пристрій ВРП.

Джерелом постійного тепlopостачання споруд біогазової установки служить газовий двигун, розміщений в когенераційній установці (КГУ).

Теплова потужність КГУ складає 939 кВт.

Температура теплоносія, що надходить у тепловий пункт від КГУ становить: у подавальному трубопроводі - 90 °С, у зворотньому трубопроводі - 70 °С.

Обігрів ферментаторів здійснюється по залежній схемі через

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

прокладені по внутрішній поверхні резервуарів пластикові труби Raubio Rehau.

Температура теплоносія для підігріву субстрату у ферментаторі становить: подавальний трубопровід ~65 °С, зворотній трубопровід ~45 °С.

Орієнтовна номінальна теплова потужність системи обігріву ферментатора складає 200 кВт.

На період запуску (40-50 діб) передбачено опалення ферментатора електричним котлом.

Проектом передбачено встановлення в теплопункті теплообмінника.

Номінальна потужність теплообмінника – 500-600 кВт; його температурний режим: первинний контур - 90/70 °С, вторинний контур -65/85 °С.

Для кожного споживача (ферментатори, теплообмінник) передбачений свій контур опалення, в який входить: трьохходовий клапан регулювання температури, циркуляційний насос з частотним регулюванням, шарові крани, зворотний клапан та сітковий фільтр.

Прокладка теплових мереж передбачається в траншеях, з поліетиленових труб Austroisol типу "AustroPUR" с теплоізоляційним і покривним шарами.

Проект теплопункту розміщеного в технічному приміщенні системи теплопостачання комплексу переробки відходів тваринництва та рослинництва в біогаз , розроблено на підставі завдання на проектування та у відповідності до чинних норм , правил і стандартів , що діють на території України .

Технічні рішення , що прийнято в проекті , відповідають вимогам екологічних , санітарно -гігієнічних , протипожежних та інших діючих норм , правил та стандартів України , що забезпечують безпеку для

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

життя та здоров'ю людей при експлуатації об'єкту .

Відповідно до технічних рішень проектом передбачається розміщення в теплопункті :

1) основного обладнання ( насоси , регулююча арматура , гідрострілка тощо ), що передбачає забезпечення теплом : усього біогазового комплексу , а саме : ферментаторів №1 та №2 та власних потреб в опаленні технічного приміщення .

2) теплогенеруючого обладнання ( електрокотел ) з тепловою потужністю  $Q=200$  кВт , для первинного запуску біогазового комплексу та можливість додаткового підключення стороннього джерела тепла .

3) обладнання передачі надлишкового тепла споживачу ( пластинчастий теплообмінник , регулююча арматура , насос тощо ), який розташовується поза межами біогазового комплексу .

За відносну відмітку нуля в теплопункті та теплогенераторній прийнята відмітка землі  $-306,000$ .

Система тепlopостачання - закрита , двотрубна . В якості теплоносія використовується водний розчин поліпропіленгліколю з концентрацією 37%. Джерелом тепла біогазового комплексу є когенераційна установка контейнерно -модульного типу марки G420, з номінальною тепловою потужністю -  $Q=0,94$  МВт та електричною потужністю -  $N_e=1,50$  МВт виробництва фірми "GE Jenbacher GmbH&Co OG"( Німеччина ).

На перспективу передбачається встановлення котла -утилізатора , що дозволить збільшити теплову потужність когенераційного модулю до  $Q=1,50$  МВт . Первинний запуск біогазового комплексу , який приблизно становить 40-50 діб , здійснюється за рахунок електричного котла з тепловою потужністю 200 кВт ( або іншого стороннього джерела тепла ), який встановлено в теплопункті технічного приміщення.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Для зменшення експлуатаційних витрат необхідно запуск біогазового комплексу передбачати в літній період . Подальша робота біогазового комплексу передбачається від тепла когенераційного модулю , що було отримано за рахунок спалення біогазу , який виробляється у ферментаторах №1 та №2.

Тепло від КГУ подається до теплопункту технічного приміщення звідки насосами розподіляється по споживачам комплексу .

Гаряче водопостачання технічного корпусу передбачено від емкісного електричного бойлера з вбудованим спіральним нагрівачем , подача тепла передбачається з теплопункту насосом системи опалення корпусу.

Подача тепла від КГУ до теплопункту передбачається циркуляційним насосом , що передбачено в тепловій схемі когенераційного модулю ( див . розділ ЗТМ ). Система працює в постійному режимі . Робочий температурний графік -Т 1/ Т 2 - 90/70° С.

Розподіл тепла між споживачами здійснюється в теплопункті через гідравлічну стрілку виробництва фірми "M agra"( Німеччина ) .

Подача теплоносія на покриття теплового навантаження Ферментаторів №1 та №2 здійснюється циркуляційним насосом типу CP 50/3100 T IE3 виробництва фірми "DAB" ( Італія ) з частотним керуванням .

Регулювання температури та підтримання температурного графіку в ферментаторі №1 та №2 здійснюється трьох ходовим змішувальним клапаном 3FGB40 виробництва "C ontrolli"( Італія ) по температурі в резервуарі .

Робочий температурний графік - Т 1/ Т 2 - 65 / 45° С . Система працює в постійному режимі .

Подача теплоносія на покриття теплового навантаження ( опалення та гаряче водопостачання ) технічного корпусу здійснюється

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

насосом типу EVOPLUS 110/180 M ( поз . К 5) виробництва фірми "DAB" ( Італія ), Робочий температурний графік - Т 1/ Т 2 - 85 / 65° С . Система працює в постійному режимі . Для передачі надлишкового тепла від ІТП в кількості Q=400...850 кВт ( максимальне значення теплової потужності можливе при умові встановлення котла утилізатора ), до теплових мереж Замовника передбачається встановлення розбірного пластинчастого теплообмінника з максимальною тепловою потужністю 850 кВт ( поз . К 10). Робочий температурний графік мереж тепlopостачання Замовника - Т 10/ Т 20 - 85 / 65° С . Окрім теплообмінника передбачено місце для встановлення циркуляційного насосу ( поз . К 8) з частотним керуванням й відповідною арматурою подачі теплоносія до теплових мереж Замовника . Підтримання та регулювання температурного графіку в залежності від потреб та подача теплоносія на пластинчастий теплообмінник здійснюється завдяки трьохходового змішувального клапана 3FGB65 ( поз . К 13) виробництва "C ontrolli"( Італія ) по температурі теплоносія та циркуляційного насосу типу CP-GE 80-1400/A/BAQE/2,2 Т MCE30/C IE3 ( поз . К 6) виробництва фірми "DAB" ( Італія ) з частотним керуванням . Тепловий пункт оснащені : контрольно -вимірювальними приладами . Робочий тиск системи тепlopостачання підтримується на рівні - Pроб =0,4 МПа . Підживлення системи тепlopостачання здійснюється з бака запасу об'ємом 300 л підвищувальною насосною станцією ( поз . К 9) виробництва "DAB" ( Італія ) по сигналу від реле тиску . Для захисту системи від надмірного тиску при роботі теплогенеруючого обладнання на подавальній лінії встановлено запобіжний клапан , що спрацьовує при підвищенні тиску вище 0,4 МПа . Компенсація температурних розширень теплоносія в контурах систем тепlopостачання біогазового комплексу здійснюється за рахунок

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

розширювального бака об'ємом 750 л ( поз . К 15), виробництва фірми "Elbi"( Італія ), а в контурі системи тепlopостачання на стороні Замовника завдяки розширювальному бака 750 л ( поз . К 16). Дренаж та злив теплоносія (37%- го водного розчину пропілен -гліколю ) з трубопроводів та обладнання здійснюється в трап гумовим шлангом з подальшим транспортуванням в дренажний колодязь №1( поз . по ГП - 19.1). З дренажного колодязя теплоносії викачується погрузним насосом в поліетиленові ємкості . Монтаж закладних елементів під КВПіА та підключення датчиків проводити згідно теплової схеми та розділу автоматики . Для забезпечення ефективної та економічної роботи насосне обладнання тепlopункту оснащено частотними привідними блоками . Система вентиляції тепlopункту - механічна та природна , видалення та надходження теплого / холодного повітря відбувається через вікна , приточні решітки та витяжний вентилятор , що передбачає 10- ти кратний повітрообмін в приміщенні . Опалення тепlopункту в зимовий період не передбачається із -за достатньої кількості тепло надходжень від обладнання та трубопроводів . При виникненні аварійної ситуації , підтримання мінімальної температури (+5 о / С ) передбачається за допомогою переносного електричного конвектора з ел . потужністю 2 кВт . Горизонтальні ділянки трубопроводів розташовувати з ухилом не менше ніж 0.003 у бік зливних пристроїв . Монтаж і кріплення трубопроводів виконати при монтажі з урахуванням самокомпенсації . Крок кріплення - 1...2 м . Зливи з трубопроводів передбачено в нижніх точках . У верхніх точках трубопроводів передбачені повітровідвідники . Після монтажу та закріплення трубопроводів на постійних опорах до виконання теплової ізоляції провести гідравлічне випробування тиском  $R_{випр} = 1,25 R_p$  , але не більше ніж 0,6 МПа при відключеному розширювальному баці . Усі трубопроводи підлягають антикорозійному захисту і покриттю

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

тепловою ізоляцією : типу "IZOVER Isotec", завтовшки  $s=50$  мм ( трубопроводи DN50 - 250) і теплоізоляційними трубками K - Flex ST, товщиною - 6 мм ( трубопроводи DN25). Теплоізоляцію на трубах DN50 - 250 захищають покривним шаром з оцинкованої сталі , завтовшки 0,5 мм . В якості антикорозійного покриття трубопроводів передбачено масляно -бітумне покриття в два шари по ґрунту ГФ -021 згідно ОСТ 6-10-426-79 та ГОСТ 25129-82. Всі трубопроводи мають бути пофарбовані і мати маркувальні написи згідно ГОСТ 14202-69.

Монтаж трубопроводів тепловпункту виконувати згідно з вимогами :  
 - СНиП 4.05.01-85 « Организация строительного производства »; -  
 СНиП III -4-80 « Техника безопасности в строительстве »; -  
 рекомендацій заводу -виробника обладнання . Після виконання монтажних робіт трубопроводи підлягають прийманню з складанням актів огляду по формі , наданій в ДБН А 3.1-5-96 „Організація будівельного виробництва ”- на наступні види прихованих робіт : а ) зварювання трубопроводів ; б ) контроль якості зварних з'єднань ; в ) іспит на міцність та герметичність ; г ) промивка трубопроводів ; д ) гідравлічні випробування ; е ) антикорозійне покриття ; ж ) тепла ізоляція .

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

**Розділ 4.**

**АВТОМАТИКА**

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

Автоматику управління і регулювання реалізовано на базі промислового контролера фірми Shneider EI. з використанням станції введення-виведення і панелі оператора з сенсорним управлінням спільно з датчиками і виконавчими механізмами, забезпечує автоматичне керування процесами біогазової установки, захист і регулювання технологічних параметрів.

Взаємодія між логічним контролером, станцією введення-виведення і панеллю оператора відбувається по мережах PROFINET. Управляюча програма створена із застосуванням системи розробки Shneider EI.

Об'єм автоматизації прийнятий з умов надійної і безпечної експлуатації установки і забезпечує:

1. Безперервний контроль рівня в ємностях (гідростатичними датчиками)
2. Управління і контроль завантаженням і розвантаженням резервуарів (датчики рівня; виконавчі механізми: насоси, сепаратори)
3. Перемішування субстрату (управління контролером; виконавчі механізми: мішалки)
4. Контроль тиску в системі обігріву (клапан підживлення системи)
5. Контроль і управління температурою в ферментаторах (датчик температури контуру підігріву; виконавчі механізми: циркуляційні насоси, 3-х ходовий клапан.)
6. Контроль тиску газу (датчик тиску газу, датчик висоти купола, запобіжний клапан)

Електроживлення системи автоматики здійснюється трифазним напругою 220/380В, 50Гц.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

**Розділ 5.**  
**ОЦІНКА ВПЛИВУ НА**  
**НАВКОЛИШНЕ СЕРЕДОВИЩЕ**

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

## 5.1. Підстави для проведення ОВНС

### Загальні положення

Цей розділ проекту «Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС)» розроблений у відповідності з діючими нормами, правилами, інструкціями, держстандартами, в тому числі відповідно до вимог ДБН А.2.2 - 1 - 2021 «Склад и зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище при проектуванні и будівництві підприємств, будинків і споруд».

Відомості про документи, які є підставою для розробки проектно-кошторисної документації в цілому і розділу ОВНС в її складі

Коротка характеристика видів впливів планованої діяльності на навколишнє середовище

Перелік видів впливу об'єкта на навколишнє середовище наведено в заяві пронаміри і включає в себе:

- викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря;
- використання водних ресурсів.

Перелік основних впливів планованої діяльності на навколишнє середовище включає наступні дії:

#### **Повітряне середовище**

При експлуатації біогазової станції на повітряне середовище буде впливати виділення забруднюючих речовин від когенератора, факельної установки при спалюванні біогазу, лагуни освітлених стоків, а також робота автотранспорту на проммайданчику.

У результаті планованої діяльності в атмосферу буде викидатися 8983,8843т/рік.

#### **Водне середовище**

Водоспоживання на госп.-побутові потреби 63,51м<sup>3</sup>/рік.  
Каналізаційні стоки (господарчі) з побутових приміщень в обсязі

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

62,05м<sup>3</sup>/рік виводяться в септик. Технологічні стоки (фільтрат) частково повертаються в технологію (по необхідності), а решта відводяться в лагуну освітлених стоків. Обсяг фільтрату становить 81650 м<sup>3</sup>/рік, поверхневі стоки складають - 4652,79м<sup>3</sup>/рік.

### ***Ґрунти, земельні ресурси***

Експлуатація об'єкту виключає можливість негативного впливу та нанесення збитків земельним ресурсам та зеленим насадженням, незначно вплине на стан ґрунтів, та не призведе до значної зміни водно-фізичних та інших властивостей.

В межах ділянки розташування об'єктів і прилеглих територіях відсутні такі сучасні геологічні і інженерно-геологічні процеси і явища як зсуви, карст, суфозія, кріогенні процеси та інше.

Внаслідок розміщення об'єктів комплексу на земельні ресурси здійснюється певний вплив, основним елементом якого є формування техногенного ландшафту. Під час експлуатації об'єкту вплив на ґрунтові води не передбачається. Таким чином, вплив на ґрунти може характеризуватися як екологічно допустимий.

### ***Рослинний і тваринний світ, заповідні об'єкти***

Рівні забруднення атмосферного повітря, з введенням проектного об'єкта в експлуатацію, будуть відповідати вимогам санітарно-епідеміологічного та природо-охоронного законодавства, тому негативного впливу на тваринний та рослинний світ суміжних територій не очікується.

### ***Навколишнє соціальне середовище (населення)***

Соціальна організація довколишніх територій, умови проживання місцевого населення, діяльність житлово-цивільних об'єктів у ході планованої діяльності не порушуються.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## **Навколишнє техногенне середовище**

У результаті планованої діяльності порушення експлуатаційної надійності ізбереження довколишніх техногенних об'єктів не настане.

### **Перелік використаних нормативно-методичних документів та джерел ін-формації**

-ДБН А.2.2-3-2004. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва.

-ДБН А.2.2-1-2021. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будівель і споруд

- Посібник з розробки матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (доДБН А.2.2-1-2021). УкрНДІЕП. – Харків, 2004.

- Земельний кодекс України.

- Водний кодекс України.

- Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища".

- Закон України "Про охорону земель".

- Закон України "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення".

- Закон України "Про відходи".

- Державні санітарні правила планування та будівництва населених пунктів, затверджені наказом МОЗ України від 19.06.96 р. № 173.

- ОНД-86. Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах промислових підприємств. Госкомгид-ромет СРСР, 1986 р.

- ДБН В.1.1-31:2013 "Захист територій, будинків і споруд від шуму".

- ДСТУ-Н Б В.1.1-35:2013 "Настанова з розрахунку рівнів шуму в приміщеннях і на територіях".

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## **Дані щодо ставлення громадськості та інших зацікавлених сторін до пла-нованої діяльності**

- Врахування громадських інтересів здійснюється відповідно до вимог законо- давства України. При цьому Замовник планованої діяльності забезпечує: інформування в установленому порядку населення про проведення обгово- рення планованої діяльності;
- громадське обговорення проекту;
- надання проектних матеріалів представникам громадськості відповідно до заяви про наміри.

Заява про наміри публікується в засобах масової інформації із зазначенням ві- домостей про порядок ознайомлення громадськості та громадських організацій з матеріалами проекту, подачі всіх виникаючих питань і пропозицій, а також час і місце проведення громадського обговорення проекту.

## **5.2. Оцінка впливів планової діяльності нанавколишне природне середовище**

Клімат району помірно-континентальний, що характеризується посушливим літом, затяжною весною, короткою зимою з частими відлигами і примхливими коливаннями температури навесні. Характерні різкі зміни температури, сильні вітри, снігові замети.

Середньорічна температура повітря складає 7,2°C. Найхолодніший місяць січень має середню місячну температуру - 4,9°C. Абсолютна мінімальна температура -40°C. Самий спекотний місяць липень має середньомісячну температуру +18,4 ° С. Абсолютна максимальна температура + 40° С.

Коротка характеристика основних фізико-географічних і

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

кліматичних умов району планованої діяльності, стан атмосферного повітря, наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Найменування характеристик	Величина
Коефіцієнт, що залежить від стратифікації атмосфери, А	180
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1,0
Середня мінімальна температура найбільш холодного місяця року, °С	-8,1
Середня максимальна температура найбільш жаркого місяця року, °С	23,7
Середньорічна швидкість вітру, м/с	4
Середньорічна повторюваність напрямку вітру (роза вітрів), %	
П	6
ПС	8
С	9
ПС	13
П	17
ПЗ	16
З	19
ПЗ	12
Мінімальна розрахункова швидкість вітру, м/с	0,5
Максимальна розрахункова швидкість вітру, перевищення якої складає не більше 5% випадків на рік, м/с.	4

### Вплив на повітряне середовище

Необхідністю оцінки характеристики стану повітряного середовища є викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних та нестаціонарних джерел.

Основними показниками, що характеризують стан повітряного середовища, є фонові концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Фонові концентрації дозволяють судити про ступінь впливу викидів забруднюючих речовин промисловими підприємствами на приземні шари атмосферного повітря в житлових масивах. Фонові концентрації наведені в додатках.

Джерелами викидів забруднюючих речовин є:

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

1. Організоване джерело: вихлопна труба когенераційної установки (Джерело №1) від якої викидаються в атмосферу: оксид вуглецю, діоксид азоту, сірки діоксид та парникові гази: метан, оксид діазоту, діоксид вуглецю.

2. Неорганізовані джерела:

- факельна установка для спалювання надлишків біогазу (Джерело № 2), від якої викидаються в атмосферу: оксид вуглецю, діоксид азоту, сірки діоксид, НМЛОС (граничні вуглеводні);

- лагуна освітлених стоків для зберігання рідкої фази (Джерело № 3), від якої викидається в атмосферу: аміак;

- робота двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) автотранспорту (маневрування вантажного транспорту по проектуваному майданчику) (Джерело № 4), від якого викидаються в атмосферу: оксид вуглецю, діоксид азоту, НМЛОС (граничні вуглеводні), сажа, сірки діоксид, бенз(а)пірен та парникові гази.

Ситуаційна карта-схема району проектуваної діяльності наведена у додатку Б. Перелік і характеристика забруднюючих речовин, що викидаються в атмос-

феру в цілому по проектуваному майданчику БГУ представлені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2.

Перелік і характеристика забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу в цілому по проектуваному майданчику БГУ

Код	Найменування речовини	Потужність викиду т/рік	Клас небез-пеки
1	2	3	4
04001/301	Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	12,053	3
06000/337	Оксид вуглецю	2,3620	4

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

11000/ 2754	Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)/Вуглеводні насичені C12- C19 (розчинник РПК-26611 та ін.) у перерахунку на сумарний органічний вуглець	0,117	4
04003/ 303	Аміак	0,0051	4
12000/ 410	Метан	0,2452	-
03004/ 328	Сажа	0,093	3
05001/ 330	Діоксид сірки (діоксид та триоксид) у перерахунку на діоксид сірки	0,5	3
05002/ 333	Сірководень	0,0364	2
04002/	Азоту (1) оксид [N2O]	0,0105	-
07000/	Діоксид вуглецю	8968,8241	-
<b>Всього</b>		8983,8843	

Загальні викиди склали 8983,8843 т/рік.

### Розрахунок приземних концентрацій забруднюючих речовин

Доцільність проведення розрахунків забруднення атмосфери на ЕОМ, встано- влюється згідно «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» ОНД-86, згідно з п.5.21 для спрощення розрахунків приземних концентрацій необхідно користуватися наступ-

ними умовами:

$$\frac{M}{ГДК \cdot N} \cdot \Phi = 0,01 \text{ при } H > 10 \text{ м}$$

$$\frac{M}{ГДК} > \Phi, \Phi = 0,1 \text{ при } H \leq 10 \text{ м}$$

де :

- M – сумарне значення викиду від усіх джерел підприємства, в г / сек;

- ГДК – максимальна граничнодопустима концентрація, в мг/м<sup>3</sup>;

- N – середньозважена по підприємству висота джерел викидів,

м. Визначення середньозваженої висоти проводиться за формулою: N

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$$= (5M_{(0-10)j} + 15M_{(11-20)j} + 25M_{(21-30)j} + \dots)/M_j,$$

$$M_j = M_{(0-10)j} + M_{(11-20)j} + M_{(21-30)j} + \dots$$

$\bar{M}$  (г/сек) и  $H$  (м) – відповідно повний викид і його середньозважена висота на підприємстві;

$5M_{(0-10)j}$ ,  $15M_{(11-20)j}$  и т. д. - сумарні викиди підприємства в інтервалах висот джерел до 10 м включно, 11-20, 21-30 м і т. д.

На проектованому об'єкті всі джерела викидів є приземними - висота викиду не перевищує 10 м, отже  $H$  приймається рівною 5 м.

Визначення доцільності проведення розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на ЕОМ показало, що розрахунок доцільний по оксиду вуглецю, діоксиду азоту, бензапірену, та сірки діоксиду. Найближче житло розташоване на відстані близько 840 м на південний захід від джерела викиду (труби когенератора).

Для визначення ступеня впливу викидів забруднюючих речовин при експлуатації БГУ на повітряний басейн виконані розрахунки розсіювання.

Розрахунки приземних концентрацій виконані без урахування і з урахуванням фонових концентрацій забруднюючих речовин за програмою «ЕОЛ+» v.5.3.8, яка розроблена на базі методики розрахунку концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі "ОНД - 86".

Розрахунки виконані для квадрата 2000x2000 з кроком 100 м. Розрахункові точки бралися на межі санітарно-захисної зони 300 м і на кордоні житлової забудови 840 м.

Розрахункові величини приземних концентрацій в кожній вузловій точці розрахункового прямокутника представляють собою сумарні концентрації забруднюючих речовин, що відповідають найбільш несприятливим метеорологічним умовам.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Розрахунки розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері, створювані ви- кидами проектованого об'єкта наведено в додатку 4 і 5 «Звіту з оцінки впливу

Рівні концентрацій по всіх забруднюючих речовинах з урахуванням фону не перевищують ГДК на кордоні житлової забудови і СЗЗ.

У зв'язку з цим можна зробити висновок, що вплив викидів на житлову зону буде прийнятний.

### Пропозиції по нормативам ГДВ

Відповідно до раніше проведених розрахунків, в таблиці 5.3 наведені кількісні характеристики викидів забруднюючих речовин, які можуть бути запропоновані як нормативи граничнодопустимих викидів при роботі обладнання і споруд біогазового комплексу.

Оскільки нормативи ГДВ встановлюються тільки для організованих джерел ви- кидів, викиди від автотранспорту та лагуни освітлених стоків не враховуються. Для когенераційного агрегату та факельної установки використовуються розрахункові викиди забруднюючих речовин, які відповідають максимальному годинному наван- таженню установки в будь-який час року.

Таблиця 5.3  
Пропозиції по нормативам ГДВ

Найменуван- ня джерела	Код джерела	Забруднюючі речовини	Викиди забруднюючих речовин			
			Розрахункові		Граничні нормативи згідно законодавству	
			мг/м <sup>3</sup>	г/с (кг/годину)	мг/м <sup>3</sup>	кг/годину
1	2	3	4	5	6	7
Димова труба когенерацій- ного агрегату	1	Діоксид азоту	142	0,230 (0,828)	500	>5,0
		Діоксид сірки	37	0,060 (0,216)	500	>5,0
		Оксид вуглецю	228	0,369 (1,328)	250	>5,0

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

Для забруднюючих речовин: оксидів азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунок на діоксид азоту, діоксид сірки, оксид вуглецю, на які не встановлені нормативи граничнодопустимих викидів у зв'язку з тим, що величина масового потоку в газах, що відходять, менше нормативної (менше 5000 г/годину), встановлюються визначені величини масової витрати (г/с).

На дж. №2 для забруднюючих речовин оксидів азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунок на діоксид азоту, діоксид сірки, оксид вуглецю граничнодопустимий викид, відповідно до законодавства, не встановлено, так як на джерелі неможливо здійснити інструментальні виміри. Для цих речовин встановлюються викиди величини розрахункової масової витрати (г/с).

### 5.3. Оцінка впливів на навколишнє середовище при будівництві

#### Вплив на повітряне середовище

Основним джерелом забруднення атмосфери при будівництві комплексу є робота будівельної спецтехніки (спецмашин і спецмеханізмів). Розрахунок викидів враховує викиди забруднюючих речовин при роботі двигунів спецтехніки та викиди пилу при русі машин, розвантажувально-навантажувальних роботах, а також зварювальний пост. Усі джерела викидів при будівництві є неорганізованими

Баланс переміщення ґрунтів:

Найменування ґрунту	Насип, м <sup>3</sup>	Виїмка, м <sup>3</sup>
1. Ґрунт планування території	23892	33565
2. Вітиснений ґрунт	12690	59967
а) підземні споруди		(6101)

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

б) лагуна	(12690)	(1808)
в) родючого ґрунту		(52058)
3. Ґрунт зворотної засипки	717	
4. Родючий ґрунт для озеленення	2196	
5. Улаштування укосів	14098	505
Разом переробленого ґрунту	<b>53591</b>	<b>94037</b>

В ході планованої діяльності при будівництві комплексу планується зняти 52058 м<sup>3</sup> родючого ґрунту. Родючий ґрунт планується тимчасово складувати на території будівельного майданчика і використати для озеленення прилеглої території проектного комплексу. Залишковий ґрунт (не родючий) використовують для планування та благоустрою порушеної території, залишки вивозяться підрядними організаціями, що виконують будівельно-монтажні роботи.

**Розрахунок приземних концентрацій при будівництві об'єкта**

Доцільність проведення розрахунків забруднення атмосфери на ЕОМ при будівництві об'єкта, встановлюється згідно «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» ОНД-86, згідно з п.5.21 для спрощення розрахунків приземних концентрацій необхідно користуватися наступними умовами:

М

$\text{ГДК} * \text{Н} > \Phi, \Phi = 0,01 \text{ при } \text{Н} > 10 \text{ м}$

М

$\text{ГДК} > \Phi, \Phi = 0,1 \text{ при } \text{Н} \leq 10 \text{ м}$

де :

- М – сумарне значення викиду від усіх джерел підприємства, в м / с;
- ГДК – максимальна граничнодопустима концентрація, в мг/м<sup>3</sup>;

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

- Н – середньозважена по підприємству висота джерел викидів, м.  
Визначення середньозваженої висоти проводиться за формулою:

$$N = (5M(0-10)_j + 15M(11-20)_j + 25M(21-30)_j + \dots) / M_j, M_j = M(0-10)_j + M(11-20)_j + M(21-30)_j + \dots$$

M (г/с) и Н (м) – відповідно повний викид і його середньозважена висота на підприємстві;

5M(0-10)<sub>j</sub>, 15M(11-20)<sub>j</sub> и т. д. - сумарні викиди підприємства в інтервалах ви-сот джерел до 10 м включно, 11-20, 21-30м і т. д.

Розрахунки наведені в додатку 3 «Звіту з оцінки впливу на довкілля» ТОВ «ВІТАГРО ЕНЕРДЖІ».

Визначення доцільності проведення розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на ЕОМ показало, що проведення розрахунку розсіювання недоцільне по всім речовинам.

### Проектні дані про розрахункові обсяги відходів будівництва

Захист навколишнього середовища від забруднення відходами будівництва включає їх збір, накопичення, утилізацію або знешкодження.

При будівництві комплексу БГУ будуть утворюватися будівельні відходи, відходи зварювальних електродів, побутові відходи. Результати розрахунку наведені в таблиці 5.4.

№ з/п	Найменування відходу	Код по класифікатору ДК 005-96	Од. виміру	Кількість	Клас небезпеки
1	2	3	4	5	6
1	Залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	01003 / 123	т/п.б	0,0052	III

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

2	Манган та його сполуки (у перерахунку на діоксид мангану)	01104 / 143	т/п.б	0,00028	II
3	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	03000 / 2902	т/п.б	0,0034	III
4	Сажа	03004 / 328	т/п.б	0,0265*	III
5	Оксиди азоту (оксид та діоксид азоту) у перерахунку на діоксид азоту	04001 / 301	т/п.б	0,1158*	III
6	Діоксид сірки (діоксид та триоксид) уперерахунку на діоксид сірки	05001 / 330	т/п.б	0,0191*	III
7	Вуглецю оксид	06000 / 337	т/п.б	0,2079*	IV
8	Сольвент	11000 / 2750	т/п.б	0,0272	-
9	Уайт-спірит	11000 / 2752	т/п.б	0,0252	-
10	Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)/Вуглеводні насичені C12-C19 (розчинник РПК- 26611 та ін.) у перерахунку на сумарний органічний вуглець	11000 / 2754	т/п.б	0,0332*	IV
<b>Всього</b>			<b>т/п.б</b>	<b>0,4638</b>	

### Вплив на водне середовище

Загальна витрата води для забезпечення потреб будівельного майданчика складається з витрати води на виробничі потреби і господарсько-побутові.

Стічні води на виробничі потреби є 100 % безповоротними втратами.

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

**Перелік джерел та об'єктів впливів на навколишнє середовище при будівництві комплексу**

Джерела впливу запланованої діяльності на навколишнє середовище при будівництві комплексу з виробництва електроенергії з біогазу наступні:

- Джерела забруднення атмосферного повітря:
  - робота спецтехніки на будівельному майданчику, що викидає в атмосферу ву- глецю оксид, діоксид азоту, граничні вуглеводні, пил неорганічний, сажу, бенз-а- пірен, діоксид сірки.
  - зберігання і перевантаження родючого ґрунту і суглинку, при яких викидаєть-ся в атмосферне повітря пил неорганічний;
  - Зварювальні роботи: викиди оксиду заліза, марганцю і його сполук. Всі дже- рела неорганізовані.

Загальна кількість викидів в атмосферне повітря при будівництві комплексу складе 0.4638 т/п.б.

- Джерела впливу на водне середовище :
  - Витрата питної води на госп. - побутові потреби 0,174 м<sup>3</sup>/добу. Стічні води в обсязі 0,170 м<sup>3</sup>/добу відводяться в септик. Стічні води на технологічні потреби не утворюються.
  - Джерело утворення відходів:
    - При будівництві комплексу утворюються виробничі та побутові відходи в об- сязі 2,147 т/рік. Відходи передаються спеціалізованим підприємствам.

**Охорона навколишнього природного середовища в процесі будівництва**

І. При виробництві будівельно - монтажних робіт необхідно виконати наступні заходи щодо запобігання запиленості та загазованості

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

повітря:

а ) своєчасно вивозити відходи і сміття на звалище, в спеціально відведені міс-

ця;

б) сипучі і пилоподібні матеріали зберігати в закритих ємкостях:

в) забороняється проводити розігрів бітумних мастик відкритим вогнем, шля- хом спалювання відходів та сміття;

г) забороняється розведення багать і паління в місцях складування легкозайми- стих горючих і вогненебезпечних матеріалів та виробів;

д) організувати протипилові заходи (полив водою) щодо зменшення виділення пилу при русі машин на будівельному майданчику та при навантажувально- розвантажувальних роботах;

е) не допускати забруднення ґрунту ПММ, фарбами, розчинниками;

ж) робота механізмів вхолосту на території будмайданчика - забороняється; II . Заходи щодо збереження природних ресурсів:

- рослинний шар ґрунту при виробництві будівельно -монтажних робіт збері- гається для подальшого використання при відновленні (рекультивації) по- рушених земель.

#### **5.4. Комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища та його безпеки**

Для захисту природного середовища від впливу при експлуатації об'єкта проєк- том передбачаються наступні заходи:

##### ***Заходи щодо забезпечення нормативного стану повітряного середовища***

- установка засобів первинної протипожежного захисту;
- пристрій блискавкозахисту;
- захисне заземлення;

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

- дотримання правил безпеки при проведенні регламентних і ремонтних робіт, а також при роботі з обладнанням.

Зниження максимальних приземних концентрацій забруднюючих речовин за-безпечується за рахунок:

- Посилення контролю за дотриманням технологічного регламенту.

**Заходи щодо забезпечення нормативного стану водного середовища:**

облік витрат води;

- збір господарсько - побутових стічних вод комплексу в септик;

- збір технологічних стоків в лагуну освітлених стоків.

**Заходи щодо забезпечення нормативного стану геологічного середовища:**

- захист підземних ж/б і металевих конструкції та споруд від корозії.

**Заходи щодо забезпечення нормативного стану ґрунту, рослинного і тва-ринного світу:**

- тверде покриття майданчика , для уникнення фільтрації поверхневих вод у ґрунт;

- планування та благоустрій порушеної території, вивезення залишкового ґрун- ту підрядними організаціями, що виконують будівельно- монтажні роботи;

- влаштування тротуарів, газонів, квітників;

- утилізація відходів.

При виконанні всіх заходів з охорони навколишнього середовища, передбаче- них проектом, експлуатація БГУ не вплине на стан природного середовища в районі її розміщення.

**Компенсаційні заходи**

**Розрахунок розміру податкового зобов'язання з екологічного податку за викидів атмосферне повітря забруднюючих речовин**

Визначення суми компенсаційних платежів за забруднення

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

навколишнього природного середовища. Розрахунок здійснюється згідно «Податковому кодексу України» зі змінами від 01.01.2018 р.

Суми податку, який справляється за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення  $P_{ac}$ , визначаються за формулою:

$$P_{вс} = \sum (M_i * H_{ni}), i=1$$

де  $M_i$  – фактичний обсяг викиду  $i$ -тої забруднюючої речовини в тоннах, т;

$H_{ni}$  – ставки податку в поточному році за тону  $i$ -тої забруднюючої речовини у гривнях з копійками.

Результати розрахунків наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Код	Назва речовини	Потужність викиду, т/рік*	Базовий норматив плати, грн/т	Плата за рік, грн.
1	2	3	4	5
301	Діоксид азоту	7,488	2451,84	18359,37
337	Оксид вуглецю	16,286	92,37	1504,33
410	Метан	0,058	138,57	8,037
330	Сірки діоксид	1,747	2451,84	4283,36
2754	Вуглеводні граничні	0,012	138,57	1,662
303	Аміак	0,567	459,85	260,735
11815	Оксид діазоту	0,093	2451,84	228,02
11812	Діоксид вуглецю	3312,5	0,41	1358,125
Всього				26003,64

### 5.5. Оцінка ризику планової діяльності на навколишнє середовище

Ризик впливу планованої діяльності на навколишнє середовище - це ймовірність настання події, що має несприятливі наслідки для навколишнього середовища й викликаного негативним впливом господарської або іншої діяльності, надзвичайними ситуаціями природного й техногенного характеру.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## Оцінка ризику планованої діяльності для здоров'я населення

Оцінка ризику впливу планованої діяльності на здоров'я населення від забру- днення атмосферного повітря проводиться за розрахунками ризику розвитку неканцерогенних і канцерогенних ефектів.

1. Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів при комбінова- ній і комплексній дії хімічних сполук проводиться на основі розрахунку індексу небезпеки (HI). Індекс небезпеки для умов одночасного надходження кількох речовин одним і тим же шляхом (наприклад інгаляційним або пероральним) розраховується за такою формулою:

$$HI = \sum HQ_i ,$$

де  $HQ_j$  – коефіцієнти небезпеки для окремих речовин, які визначаються згідно:

$$HQ_i = \frac{C_i}{RfC_i}$$

де  $C_i$  - розрахункова середньорічна концентрація і-ої речовини, мг/м<sup>3</sup>;

$RfC_i$  – референтна (безпечна) концентрація і-ої речовини, мг/м<sup>3</sup> (у разі відсутності референтних доз/концентрацій (за переліком<sup>1</sup>) як еквівалент можна використовувати гранично допустимі концентрації (ГДК);

$HQ = 1$  – гранична величина прийнятого ризику.

Оцінка не канцерогенного ризику здійснюється відповідно до таблиці 5.6.

Таблиця 5.6. Критерії неканцерогенного ризику

Характеристика ризику	Коефіцієнт
небезпекиРизик виникнення шкідливих ефектів розглядають як неважливо малий	< 1
Гранична величина, що не потребує термінових заходів, однак не може розглядатися як досить прийнятна	1
Імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню $HQ$	>

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Вихідні дані та результати розрахунку наведені у таблиці 5.7.

Таблиця 5.7. Ризик розвитку неканцерогенних ефектів

Межа житлової та соціальної забудови	Розрахункові значення максимальних приземних концентрацій, часткиГДК	Референтна (безпечна) концентрація ЗР(RfCi), мг/м <sup>3</sup>	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м <sup>3</sup>	Критичні органи / системи	Коефіцієнт небезпеки (HQ) ЗР	Критерії неканцерогенного ризику	
<b>Сірки діоксид</b>							
т. А	0,0066	0,08	0,008	органи дихання	0,1	< 1	Ризик виникнення шкідливих ефектів вкрай малий
<b>Діоксид азоту</b>							
т. А	0,745	0,04	0,0149	органи дихання	0,372	< 1	Ризик виникнення шкідливих ефектів вкрай малий
<b>Оксид вуглецю</b>							
т. А	0,022	5,0	0,851	ЦНС, серц.-суд.,кров	0,170	< 1	Ризик виникнення шкідливих ефектів вкрай малий
					<b>0,642</b>		

Як видно із таблиці, неканцерогенний ризик для здоров'я населення розглядають як неважливо малий.

2. Ризик розвитку індивідуальних канцерогенних ефектів (ICR<sub>i</sub>) від речовин, яким властива канцерогенна дія, розраховується згідно:

$$ICR = C_i \cdot UR_i$$

де  $C_i$  – розрахункова середньорічна концентрація  $i$ -ої речовини, мг/м<sup>3</sup>;

$UR_i$  – одиничний канцерогенний ризик  $i$ -ої речовини, мг/м<sup>3</sup>.

Одиничний ризик розраховують із використанням величини SF (мг/кг\*доба) (за переліком 3), стандартної величини маси тіла людини (70 кг) та добового споживання повітря (20 м<sup>3</sup>):

$$UR = SFi / (70 * 20)$$

Канцерогенний ризик за комбінованої дії декількох хімічних сполук

								Арк.
АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА								
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата			

розглядають як адитивний. При аналізі доцільно групувати досліджувані канцерогени з урахуванням виду та/або локалізації пухлин. У цьому випадку розрахунок сумарних канцерогенних ризиків здійснюють окремо для кожної групи.

Канцерогенний ризик за комбінованої дії декількох канцерогенних речовин, забруднюючих атмосферу (CR<sub>a</sub>), визначається згідно:

$$CR_a = \sum ICR_i$$

де ICR<sub>i</sub> – канцерогенний ризик i-ої речовини.

Оцінка канцерогенного ризику здійснюється згідно таблиці 5.8.

Таблиця 5.8. Класифікація рівнів канцерогенного ризику

Рівень ризику	Ризик на протязі життя
Високий (De Manifestis) – не прийнятний для виробничих умов і населення. Необхідно здійснення заходів щодо усунення або зниження ризику	>10 <sup>-3</sup>
Середній – допустимий для виробничих умов; за впливу на все населення необхідний динамічний контроль і поглиблено вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком	10 <sup>-3</sup> – 10 <sup>-4</sup>
Низький – допустимий ризик (рівень, на якому, як правило, встановлюються гігієнічні нормативи для населення)	10 <sup>-4</sup> – 10 <sup>-6</sup>
Мінімальний (De Minimis) – бажана (цільова) величина ризику при проведенні оздоровчих і природоохоронних заходів	<10 <sup>-6</sup>

Таблиця 5.9. Розрахунок канцерогенних ризиків

Найменування речовини	Макс. конц. в житловій забудові, мг/м <sup>3</sup> (без врах. фону)	SF <sub>i</sub> , (мг/(кг*доба)) <sup>-1</sup>	UR <sub>i</sub> (м <sup>3</sup> /мг)	Індивідуальний канцерогенний ризик, CR
1	2	3	4	5
Бензапірен	0,000027	3,1	0,0022	0,594·10 <sup>-7</sup>
<b>Всього</b>				<b>0,594·10<sup>-7</sup></b>

Отже, рівень канцерогенного ризику розглядають як мінімальний. Подібні ризики не потребують додаткових заходів щодо їх зниження.

### Оцінка соціального ризику планової діяльності

Соціальний ризик планованої діяльності визначається як ризик групи людей, на яку може вплинути впровадження об'єкта

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

господарської діяльності, та особливостей природно-техногенної системи.

Оціночне значення соціального ризику визначається згідно:

$$R = CRa \cdot V_u \cdot T \cdot N_p \cdot (1 - N_p)$$

де  $R_s$  – соціальний ризик, чол/рік;

$CRa$  – канцерогенний ризик комбінованої дії декількох канцерогенних речовин забруднюючих атмосферу,  $CRa = 0,594 \cdot 10^{-7}$ , безрозмірний;

$V_u$  – уразливість території від прояву забруднення атмосферного повітря, що визначається відношенням площі, віднесеної під об'єкт господарської діяльності, до площин об'єкта з санітарно-захисною зоною, частки одиниці;

$N$  – чисельність населення;

$T$  – середня тривалість життя (визначається для даного регіону або приймається 70 років), чол/рік;

$N_p$  – коефіцієнт, що визначається як відношення кількості додаткових робочих місць до чисельності населення.

Вихідні дані та результати розрахунку наведені у таблиці 5.10.

Таблиця 5.10

Вихідні дані		Оцінка соціального ризику планованої діяльності	
		Рівень ризику	
Площа віднесена під об'єкт, м <sup>2</sup>	16907	3,3E-08	прийнятий
Уразливість території від прояву забруднення атмосферного повітря ( $V_u$ )	0,0267		
Чисельність населення ( $N$ ) селище.	1480		
Середня тривалість життя ( $T$ ), років	70		
Коефіцієнт $N_p$	0,002		

Рівень соціального ризику планованої діяльності дорівнює 3,3E-08 та оцінюється як прийнятний.

Подібні ризики не потребують заходів щодо їх зниження.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

**Розділ 6.**

**ОХОРОНА ПРАЦІ**

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

## **Заходи електробезпеки**

Всі металеві неструмопровідні частини електрообладнання, які нормально не знаходяться під напругою, але можуть опинитись під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, заземлюються шляхом приєднання до заземлюючого контуру.

Проектом передбачено заземлюючі пристрої модуля. Опір захисного контуру для генератора – не повинно перевищувати 4.0 Ом, а для щитауправління – не повинно перевищувати 10 Ом.

## **Заходи що до забезпечення безпеки процесів.**

Оператори комплексу проходять навчання необхідним засобам керування у спеціалістів ТОВ "Бітеко Біогаз" по наступним аспектам:

- питання експлуатації комплексу;
- виправлення неполадок;
- енергозбереження

## **Блискавкозахист**

Робоча документація виконана у відповідності до діючих нормативно-технічних документів України:

- ДСТУ EN 62305-1:2012, Блискавкозахист - Частина 1: Загальні положення(EN 62305-1:2011, IDT);

- ДСТУ EN 62305-2:2012, Блискавкозахист - Частина 2: Порядкування ризиком (EN 62305-2:2011, IDT);

- ДСТУ EN 62305-3:2012,  
Блискавкозахист - Частина 3:

Фізичні пошкодження будівель (споруд) (EN 62305-3:2011, IDT);

- ДСТУ EN 62305-4:2012, Блискавкозахист - Частина 4: Електричні та електронні системи всередині будівель (споруд) (EN 62305-4:2011, IDT);

- СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681-88:2013 "Правила будови

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

електроустановок.

Розрахунки проводимо для усіх споруд які зважуються над поверхнею ґрунту, окрім газової свічки та ділянки сепарації. Газова свічка та сепараторне є суттєвою фінансовою втратою,

безпосередньо в/на ній не може перебувати жива істота. Газова свічка являє собою уземлену металеву трубу. Сепаратор вважаємо із самозахистом. Також не розглядаємо пунктгозопідготовки який розташовується у безпосередній близькості доко- генератора, висота якого суттєво вища.

Згідно з п. 5.2 ДСТУ EN 62305-1:2012 визначаємо типи втрат. Всірозрахунки наведено в розділі БТ-1421-БЗ.

- господарське відношення до сировини, спожитої та виробленої енергії та води;
- використання рідких і твердих органічних біодобрих для сільськогосподарських потреб.

На протязі гарантійного строку технічна допомога буде надаватись кожного разу, коли у цьому виникне потреба.

Заходи по охороні праці передбачають наступне:

- Робоче місце оператора знаходиться у обладнаному технічному приміщенні, чим забезпечується нормативний технологічний режим та освітленість робочого місця;
- Технічне приміщення обладнане шафами для зберігання робочого та чистого одягу, засобами особистої гігієни, медичною аптечкою;
- Щоб уникнути нещасних випадків та виробничого травматизму до роботи допускають персонал, що пройшов інструктаж з техніки безпеки і розписався у журналі по ТБ.

На період виконання будівельно – монтажних робіт об'єкта

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

передбачені необхідні технічні заходи у відповідності з вимогами ДБН А.3.2- 2-2009 «ОХОРОНА ПРАЦІ І ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА У БУДІВНИЦТВІ».

Основні вимоги техніки безпеки при будівництві об'єкту:

- До персоналу, допущеного до виконання робіт повинні застосовуватися вимоги ДСТУ 3273-95;

- Під час роботи будівельних машин та механізмів забороняється перебування працівників в небезпечній зоні;

- При розробці траншей необхідно облаштовувати огороження, перехідні місточки для пішоходів, а у випадку необхідності – переїзні містки для автотранспорту;

Пішохідні містки через траншеї облаштовують шириною 1,0 м з перилами. На огороженнях вивішують попереджувальні надписи і знаки, в нічний час – світлові сигнали;

- Місця виконання робіт повинні бути огорожені переносною штахетною чи щитовою огорожею висотою від 1,1 до 1,3 м;

- Переміщення спеціальних будівельних машин та механізмів під ЛЕП допускається тільки в ясну погоду і при умові, що відстань від проводів до верхньої частини – не менше 2,0 м;

- Виконання робіт під електролініями з напругою забороняється;

- При виконання земляних робіт повинен бути заборонений доступ людей в межах призми обвалу;

- При виконанні робіт в нічну зміну їх територія та сама техніка повинні бути освітлені;

- Заборонено вести будівельні роботи, складувати матеріали, облаштовувати стоянки автомашин та механізмів в охоронній зоні ЛЕП без погодження з експлуатуючою організацією;

- При виконанні робіт в охоронній зоні повинен бути виданий

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

наряд

– допуск, що визначає безпечні умови виконання цих робіт;

- На всіх ділянках будівництва біля машин та механізмів повинні бути вивішені добре видимі та освітлені в нічний час попереджувальні та вказівні знаки-надписи, плакати та інструкції з техніки безпеки;

- Будівельні організації повинні забезпечувати робочих спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту у відповідності з характером виконання робіт;

- На об'єкті повинні бути аптечки з медикаментами та іншими засобами для надання першої медичної допомоги.

Відповідальність за їх дотриманням та виконанням заходів виробничої санітарії покладається на інженерно-технічних працівників будівельно-монтажних організацій, які будуть здійснювати будівництво об'єкту.

Після закінчення будівництва об'єкту його експлуатацію буде виконувати персонал, який повинен виконувати регламентні роботи з технічного нагляду та поточного ремонту мереж і споруд.

Одним з найважливіших умов організації праці і основним чинником зниження випадків виробничого травматизму робітників служби експлуатації є виконання ними вимог нормативних документів з техніки безпеки та виробничої санітарії. Персоналу необхідно пам'ятати, що приступати до виконання робіт на заглиблених спорудах та у ємностях можна тільки після пересвідчення у безпечній і допустимій загазованості на місці виконання робіт. Для цього, за 10 хвилин до їх початку, необхідно здійснити примусове провітрювання (вентилятором). Крім того, примусова вентиляція повинна здійснюватися безперервно на час їх виконання.

Крім того, при експлуатації споруд виробничий персонал повинен

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

суворо дотримуватись вимог Закону України «Про охорону праці», відомчих «Правил охорони праці при експлуатації, ремонті та будівельно-монтажних роботах систем водопостачання та водовідведення», «Правил безпечної експлуатації електроустановок», а також інших нормативно-правових актів з питань охорони праці.

Для їх виконання керівництво повинно забезпечити:

– виконання «Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та Переліку робіт з підвищеною небезпекою»;

– відповідну організацію робочих місць згідно ДСТУ 8604:2015 та ДСТУ 7950:2015 та відкоригувати програми навчання, інструкції, наочні плакати; графіки перевірки знання правил безпеки праці при експлуатації об'єкту реконструкції і вивісити їх у кімнаті чергового персоналу;

видачу робітникам відповідних наряд-допусків для виконання робіт з вказівкою небезпеки і заходів захисту при виконанні робіт на спорудах, небезпечних для їх життя (наприклад спуском у колодязі, підземні ємності, насосні станції та тощо);

– організувати для виробничого персоналу навчання правилам техніки безпеки.

У даному Робочому проекті передбачені необхідні відповідні заходи щодо техніки безпеки і охорони праці. Контроль за їх дотриманням покладається на відповідних працівників.

### **Заходи по зниженню впливу виробничого шуму.**

Завдяки використування малошумного обладнання іноземного виробництва та влаштування гнучких вставок, рівень шумового тиску згідно санітарних норм в обслуговуючих приміщеннях не перевищує допустимого рівня. Більшість обладнання знаходиться в середині

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

залізобетонних споруд. На робочому місці оператора знаходиться лише комп'ютерна техніка.

### **Вибухо-пожежна безпека**

Категорії приміщень за вибухо-пожежною та пожежною безпекою згідно ДБН В.1.1-7:2016 та ДСТУ Б В.1.1-36:2016:

- ферментатор – Аз;
- когенератор – Вз;
- резервуари з/б – Д;
- технічне приміщення – Д.

Ступень вогнестійкості приймального резервуару, насосної, резервуару перебродженого субстрату і фільтрату, ферментаторів і технічного приміщення – II.

Мінімальні значення класів вогнестійкості будівельних конструкції і максимальні значення груп поширення вогню на них:

- Стіни – REI 60 M0;

Перекриття - REI 45 M0.

В технічному приміщенні проектом передбачається влаштування протипожежних дверей з межею вогнетривкості EI 30.

Група горючості матеріалів передбачених до застосування в зовнішньому оздобленні фасадів будівель і споруд НГ.

До початку будівельно-монтажних робіт замовник повинен отримати сертифікати відповідності та протоколи випробувань матеріалів, що підтверджують мінімальні межі поширення вогню по них відповідно закладених у проектній документації.

Для виконання міжстінових проходок кабелів у технічному приміщенні проектом передбачено використання вогнестійких подушок DP виробництва DKC. Для виконання міжстінових проходок кабелів та інших інженерних мереж до технологічних резервуарів передбачено

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

герметизація відповідних отворів вогнестійкою монтажною піною CP660 виробництва HILTI.

При роботі комплексу можуть виникати вибухонебезпечні зони в місцях можливого витоку біогазу. Зона, захищена від вибухів: територія в радіусі (5,0) м навколо газових з'єднань накопичувача газу (газгольдера), резервуару для бродіння (ферментатора), навколо пункту газопідготовки – 3,0 м вважаються такими, що можуть утворювати небезпечне вибухове середовище (зона №2 згідно ПБЕ). В межах зони №2 все електрообладнання та техніка виконуються в вибухозахищеному варіанті

Між технічним приміщенням та іншими спорудами комплексу витриманий протипожежний розрив.

Технічне приміщення комплексу обладнане пожежною сигналізацією (окремий проект). При загоранні спрацьовує сигнал оповіщення

персоналу для вжиття заходів по ліквідації пожежі та евакуації особового складу.

Вибухонебезпечні ділянки на видних місцях повинні мати відповідні таблички, що забороняють паління та використання відкритого вогню.

Земляна лагуна об'ємом 18000м<sup>3</sup>. освітлених стоків (технічної води) передбачена як пожежна водойма. Для цього передбачено в лагуні бетонна площадка з під'їздом до неї (Розділ ГП арк.8) для завантаження автоцистерн і пожежних машин. Завантаження виконується за допомогою занурюваного насоса. Під'єднання до напірного трубопроводу виконується за допомогою з'єднувальної арматури карданного штуцера 100мм. Згідно ДБН В.2.5- 74:2013 п. 6.2.3, витрата води на зовнішнє пожежогасіння складає -10 л/с.

Відповідно ВБН.В 2.2-58.1-94 п. 17.2.10 пожежогасіння на

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

площадці комплексу треба здійснювати первинними засобами. Для цього на площадці встановлюється пожежний щит з ящиком для піску, а на видних місцях пожежонебезпечних споруд комплексу згідно "Правил технічної експлуатації комплексу" повинні бути розміщені вогнегасники.

На видних місцях в техприміщенні встановлюються 3 вуглекислотні вогнегасники ємністю 6 л.

### **Інженерно-технічні заходи ЦЗ (ЦО)**

Проектні рішення розділу ІТЗ ЦЗ (ЦО) «Комплекс з переробки відходів тваринництва та рослинництва в біогаз з виробництвом електричної та теплової енергії» Хмельницька область, Хмельницький район, с.Доброгорща, вул.Малинова, направлені на забезпечення захисту населення і територій, зниження матеріального збитку від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.

На об'єкті передбачено створення планів реагування на НС, затвердження планів евакуації, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. У випадку надходження розпорядження про евакуацію всі працівники діють відповідно до розпоряджень органів влади. Основний спосіб захисту персоналу - це вихід з небезпечної зони. Усі, не зайняті в локалізації аварії, негайно виводяться з небезпечної зони згідно з маршрутом виходу з небезпечної зони. Евакуація людей на випадок пожежі передбачається по шляхах евакуації через евакуаційні виходи.

Керівництво об'єкту, незалежно від форм власності і підлеглості забезпечує своїх працівників засобами індивідуального і колективного захисту, організовує проведення евакуаційних заходів, створює сили для ліквідації наслідків НС і забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи ЦО і несе пов'язані з цим матеріальні і

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

фінансові витрати в порядку і об'ємах, передбачених законодавством.

Забороняється користування захисними засобами, інструментами, обладнанням та запобіжними пристроями у разі, якщо вони несправні, не пройшли перевірку або відпрацювали строк служби.

Для запобігання сторонньому втручанню у діяльність об'єкта проектом передбачається облаштування огорожі і відеоспостереження.

Територія що прилягає до об'єкту має систему зовнішнього освітлення, що забезпечує достатній рівень освітлення для потреб охорони.

Проект розроблений відповідно до діючих норм і правил протипожежної безпеки. Передбачене раціональне розміщення будівлі з урахуванням протипожежних норм при виборі рішень на генеральному плані з дотриманням протипожежних розривів й у відповідності зі ступенем вогнестійкості й категорії будинків і споруд по вибухопожежній безпеці.

Для нерозповсюдження пожежі з об'єкта на об'єкт на території комплексу передбачено пожежний щит та вогнегасники.

Для недопущення розповсюдження пожежі на об'єкт від горіння рослинного покриву з поруч розташованих сільськогосподарських полів передбачено влаштування загороджувальних смуг - простору на місцевості, з яких удалині горючі матеріали та трав'яна рослинність до мінерального шару ґрунту.

Для захисту персоналу від ударної хвилі у разі НС на об'єкті, як інженерно-захисна споруда може використовуватися насосна (№5 на Генплане). Це будівля, розміром 12,0х11,0х3м, заглиблена в землю на 3,0м. Стіни, плита днища та плита покриття запроектовані монолітними залізобетонними з бетону класу С25/30. Товщина стен і плити днища 250мм, товщина плити перекриття 180мм.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## Екологія

Розв'язання екологічних проблем охорони навколишнього середовища вирішується розробкою та впровадженням сучасних енергозберігаючих технологій, зокрема, у сфері виробництва та використання альтернативних видів палива.

Комплекс ТОВ "Бітеко Біогаз" запроектована як установка переробки органічних відходів на біогаз, який буде використаний для виробництва електроенергії з наступною її реалізацією.

Соціально-економічний ефект впровадження комплексів такого типу визначатиметься:

- зменшенням залежності національної економіки від імпорту газу та підвищенням рівня енергетичної безпеки країни;

- розв'язанням проблем стабільного постачання енергоресурсів аграрному секторі економіки з використанням власного відновлювального джерела з високими екологічними та технічними показниками його споживчої якості;

- високими показниками охорони праці і здоров'я людини

Впровадження технології переробки органічних відходів на біогаз та біодобрива з можливим використанням біогазу для виробництва електроенергії на запроектованому комплексі сприятиме:

- поліпшенню екологічної ситуації;

- покращенню родючості полів;

економії енергоресурсів;

- забезпеченню сталого розвитку населених пунктів;

- отримання екологічно чистої електроенергії з використанням власного відновлювального джерела;

- зменшенню викидів вуглекислого газу;

- забезпеченню виконання Україною міжнародних зобов'язань

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА			

з охорони навколишнього природного середовища, світових екологічних стандартів;

запобіганню безповоротної втрати частини гено-, демо- і екофонду країни;

забезпеченню збалансованого і невичерпного природокористування на значній частині території України;

утворенню чистого навколишнього середовища, що забезпечується роботою комплексу, яка виконує роль очисних споруд;

зниженню хімічного та бактеріологічного забруднення ґрунту, води, повітря;

переробці органічних відходів на високоякісні органічні добрива.

З метою недопущення забруднення навколишнього середовища відходами та наступним використанням в якості добрив після переробки на комплексі провадиться анаеробна переробка сировини у ферментаторі, що забезпечує:

зниження мікробної заплідненості;

різке зниження рівня запаху.

Усі ємкісні споруди виконуються з водонепроникних матеріалів, а лагуна вкрита геомембраною, що виключають зараження ґрунту стоками.

На об'єкті передбачена медична аптечка, при необхідності медична допомога працівнику буде надана на місці.

На основному місті праці оператора в операторській передбаченні наступні параметри мікроклімату в холодний період року температура повітря 22-24 С°, відносна вологість 60-40%, швидкість руху повітря не більш 0,1 м/сек і теплий період температура повітря 23-25С°, відносна вологість 60-40%, швидкість руху повітря не більш 0,1- 0,2 м/сек .

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

**Розділ 7.**

**ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ ТЕПЛОТИ В  
ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІІ**

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

## 7.1. Розрахунок товщини утеплювача для надземної частини зовнішньої стіни ферментатора

Виходячи з нормативного документа ДБН В.2.6-31:2016 “Теплова ізоляція будівель” територія України знаходиться в двох кліматичних зонах.

Згідно цього, мінімально допустиме значення опору теплопередачі для зовнішніх стін  $R_{\min}^q$  встановлюється відповідно до таблиці залежно від температурної зони експлуатації будівлі, що наводиться згідно додатку Б.

З огляду на те, що с.Доброгорща, що знаходиться в Хмельницькій області належить до першої кліматичної зони, мінімально допустиме значення опору теплопередачі

$$R_{\min}^q = 4 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт.}$$

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій, повинна виконуватись наступна вимога:

$$R_{\Sigma \text{пр}} \geq R_{\min}^q$$

Згідно з нормативним документом ДСТУ Б В.2.6-189:2013 “Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель” підбираємо шар теплоізоляційного матеріалу надземної стінки ферментатора.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## 7.2. Підбір теплової ізоляції для надземної стіни ферментатора

### Надземна стінка ферментатора

Таблиця . Конструктив надземної стінки

№ шару	Назва матеріалу	$\rho$ , $\frac{кг}{м^3}$	$\lambda$ , $\frac{Вт}{мК}$	$\delta$ , м	R, $\frac{м^2К}{Вт}$
1	Залізобетон	2500	2,04	0,3	0,147
2	Профільний лист	2600	221	0,0007	0,000003
3	Пароізоляційна плівка	1600	0,3	0,0002	0,00067
4	Базальтове волокно Superrock	120	0,035	0,150	4,29

7.2.1. Визначаємо розрахункове значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції

Виходячи з нормативного документа ДСТУ Б В.2.6-189:2013 “Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель”:

- коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні  $\alpha_з = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ;
- оскільки в ферментаторі знаходиться субстрат, то коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні  $\alpha_в = 70 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

7.2.2. Визначаємо окремі термічні опори шарів конструкції:

- термічний опір внутрішнього середовища:

$$R_в = \frac{1}{\alpha_в} = \frac{1}{70} = 0,014(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$$

- термічний опір першого шару:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,3}{2,04} = 0,147(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$$

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

- термічний опір другого шару:

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,0007}{221} = 0,000003(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

- термічний опір третього шару:

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,0002}{0,3} = 0,00067(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

- термічний опір зовнішнього середовища:

$$R_3 = \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{23} = 0,043(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

7.2.3. Визначаємо попереднє значення термічного опору для четвертого шару — базальтове волокно.

Для цього приймаємо, що  $R_{\Sigma} = R_{\min}^q = 4 (\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$ .

$$R_{\Sigma} = R_6 + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_3$$

Виходячи з цього рівняння. визначаємо термічний опір четвертого шару:

$$R_4 = R_{\Sigma} - (R_6 + R_1 + R_2 + R_3 + R_3) = 4 - (0,014 + 0,147 + 0,000003 + 0,00067 + 0,043) = 3,79(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

7.2.4. Визначаємо попереднє значення товщини утеплювача:

$$\delta_4 = R_4 * \lambda_4 = 3,79 * 0,035 = 0,133\text{м}$$

Приймаємо товщину утеплювача рівним  $\delta = 150 \text{ мм}$ .

7.2.5. Уточнюємо розрахункове значення термічного опору четвертого шару:

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,150}{0,035} = 4,29(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

7.2.6. Розраховуємо сумарний опір теплопередачі зовнішньої стіни:

$$R_{\Sigma} = R_0 + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,014 + 0,147 + 0,000003 + 0,00067 + 4,29 + 0,043 = 4,6 (\text{м}^2 \cdot \text{К}) / \text{Вт}$$

Проводимо аналогічний розрахунок для підземної частини стінки ферментатора

### 7.3. Підбір теплової ізоляції для підземної стіни ферментатора

#### Підземна стінка ферментатора

Таблиця . Конструктив підземної стінки

№ шару	Назва матеріалу	$\rho$ , $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\lambda$ , $\frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$	$\delta$ , м	R, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Залізобетон	2500	2,04	0,3	0,147
2	Профільний лист	2600	221	0,0007	0,000003
3	Пароізоляційна плівка	1600	0,3	0,0002	0,00067
4	Піноскло	120	0,054	0,22	4,07
5	Гідроізоляція	1400	0,27	0,0003	0,0011

7.3.1. Визначаємо розрахункове значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції

Виходячи з нормативного документа ДСТУ Б В.2.6-189:2013 “Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель”:

- коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні не враховується, оскільки стіна занурена в ґрунт;
- оскільки в ферментаторі знаходиться субстрат, то коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні  $\alpha_{в} = 70 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

7.3.2. Визначаємо окремі термічні опори шарів конструкції:

- термічний опір внутрішнього середовища:

$$R_{в} = \frac{1}{\alpha_{в}} = \frac{1}{70} = 0,014 (\text{м}^2 \cdot \text{К}) / \text{Вт}$$

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

- термічний опір першого шару:

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,3}{2,04} = 0,147(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

- термічний опір другого шару:

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,0007}{221} = 0,000003(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

- термічний опір третього шару:

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,0002}{0,3} = 0,00067(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

- термічний опір п'ятого шару:

$$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = \frac{0,0003}{0,27} = 0,0011(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

7.3.3. Визначаємо попереднє значення термічного опору для четвертого шару — базальтове волокно.

Для цього приймаємо, що  $R_{\Sigma} = R_{\text{q}_{\text{min}}} = 4 (\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$ .

$$R_{\Sigma} = R_{\text{в}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

Виходячи з цього рівняння. визначаємо термічний опір четвертого шару:

$$R_4 = R_{\Sigma} - (R_{\text{в}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_5) = 4 - (0,014 + 0,147 + 0,000003 + 0,00067 + 0,0011) = 3,84(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

7.3.4. Визначаємо попереднє значення товщини утеплювача:

$$\delta_4 = R_4 * \lambda_4 = 3,84 * 0,054 = 0,21\text{м}$$

Приймаємо товщину утеплювача рівним  $\delta = 220 \text{ мм}$ .

7.3.5. Уточнюємо розрахункове значення термічного опору четвертого шару:

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,22}{0,054} = 4,07(\text{м}^2 * \text{К})/\text{Вт}$$

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

7.3.6. Розраховуємо сумарний опір теплопередачі зовнішньої стіни:

$$R_{\Sigma} = R_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 = 0,014 + 0,147 + 0,000003 + 0,00067 + 4,07 + 0,0011 + 4,23 (\text{м}^2 \cdot \text{К}) / \text{Вт}$$

#### 7.4. Розрахунок тепловтрат

Використовуючи рівняння теплопередачі дізнаємося величину теплового потоку, що передається теплопровідністю, через стінку ферментатора.

$$Q = k \times \Delta t \times F, \text{Вт}$$

де Q – тепловий потік, що передається через стінку ферментатора, Вт ;

k – коефіцієнт теплопередачі, який характеризує кількість теплоти, що проходить крізь одиницю поверхні стінки в одиницю часу від теплішого середовища до холоднішого при різниці температур між ними в 1°, Вт/м<sup>2</sup>×К;

$\Delta t$  – температурний напір, °С;

F – площа поверхні ферментатора, м<sup>2</sup>.

$$k = \frac{1}{R}, \text{Вт/м}^2 \times \text{К}$$

де R – опір теплопередачі стінки ферментатора.

$$\Delta t = t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}}, \text{°С}$$

Де  $t_{\text{вн}}$  - температура в середині ферментатора,  $t_{\text{вн}} = 42^\circ\text{С}$ ;

$t_{\text{зовн}}$  - температура навколишнього середовища,  $t_{\text{зовн}} = -22^\circ\text{С}$  (для надземної частини),  $t_{\text{зовн}} = +10^\circ\text{С}$  (для підземної частини).

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

#### 7.4.1. Розрахунок тепловтрат для циліндричної стінки над землею

Для стінки ферментатора, що знаходиться **над землею** в якості теплоізоляції використовується базальтове волокно ( $\lambda = 0,035 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ ).

При товщині теплоізоляції  $\delta_1 = 100\text{мм}$

Опір теплопередачі ізоляції:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,1}{0,035} = 2,86\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Сумарний опір теплопередачі:

$$\Sigma R = 0,014 + 0,147 + 0,00000317 + 0,00067 + 2,86 + 0,043 = 3,06\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Площа циліндричної стінки над землею:

$$F = 2\pi R(H + R), \text{м}^2$$

де R – радіус ферментатора, R = 15м.

H – висота стінки над землею, H = 6 м.

$$F = 2\pi 15(6 + 15) = 1978,2\text{м}^2$$

Тепловий потік, що проходить через стінку:

$$Q_1 = \frac{1}{3,06} * (42 + 22) * 1978,2 = 41374,12\text{Вт}$$

При товщині теплоізоляції  $\delta_2 = 150\text{мм}$

Опір теплопередачі ізоляції:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,15}{0,035} = 4,29\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Сумарний опір теплопередачі:

$$\Sigma R = 0,014 + 0,147 + 0,00000317 + 0,00067 + 4,29 + 0,043 = 4,49\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Тепловий потік, що проходить через стінку:

$$Q_2 = \frac{1}{4,49} * (42 + 22) * 1978,2 = 28197,1\text{Вт}$$

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА			

При товщині теплоізоляції  $\delta_3 = 200\text{мм}$

Опір теплопередачі ізоляції:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,2}{0,035} = 5,71\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Сумарний опір теплопередачі:

$$\Sigma R = 0,014 + 0,147 + 0,00000317 + 0,00067 + 5,71 + 0,043 = 5,91\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Тепловий потік, що проходить через стінку:

$$Q_3 = \frac{1}{5,91} * (42 + 22) * 1978,2 = 21422,1\text{Вт}$$

При товщині теплоізоляції  $\delta_4 = 250\text{мм}$

Опір теплопередачі ізоляції:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,25}{0,035} = 7,14\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Сумарний опір теплопередачі:

$$\Sigma R = 0,014 + 0,147 + 0,00000317 + 0,00067 + 7,14 + 0,043 = 7,34\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Тепловий потік, що проходить через стінку:

$$Q_4 = \frac{1}{7,34} * (42 + 22) * 1978,2 = 17248,6\text{Вт}$$

#### 7.4.2 Розрахунок тепловтрат для циліндричної стінки під землею

Для циліндричної стінки, що знаходиться **під землею** у якості теплоізоляційного матеріалу використовується піноскло ( $\lambda = 0,054\text{Вт/мх°С}$ ).

При товщині теплоізоляції  $\delta_1 = 100\text{мм}$

Опір теплопередачі ізоляції:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,1}{0,054} = 1,85\text{м}^2\text{°C/Вт}$$

Сумарний опір теплопередачі:

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

$$\Sigma R = 0,014 + 0,147 + 0,00000317 + 0,00067 + 1,85 + 0,0011 = 2,01 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Площа циліндричної стінки над землею:

$$F = 2\pi R(H + R), \text{ м}^2$$

де R – радіус ферментатора, R = 15м.

H – висота стінки над землею, H = 3 м.

$$F = 2\pi 15(3 + 15) = 1695,6 \text{ м}^2$$

Тепловий потік, що проходить через стінку:

$$Q_1 = \frac{1}{2,01} * (42 - 10) * 1695,6 = 26994,6 \text{ Вт}$$

При товщині теплоізоляції  $\delta_2 = 150 \text{ мм}$

Опір теплопередачі ізоляції:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,15}{0,054} = 2,7 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Сумарний опір теплопередачі:

$$\Sigma R = 0,014 + 0,147 + 0,00000317 + 0,00067 + 2,7 + 0,0011 = 2,86 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Тепловий потік, що проходить через стінку:

$$Q_2 = \frac{1}{2,86} * (42 - 10) * 1695,6 = 18971,75 \text{ Вт}$$

При товщині теплоізоляції  $\delta_3 = 200 \text{ мм}$

Опір теплопередачі ізоляції:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,2}{0,054} = 3,7 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Сумарний опір теплопередачі:

$$\Sigma R = 0,014 + 0,147 + 0,00000317 + 0,00067 + 2,7 + 0,0011 = 3,86 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Тепловий потік, що проходить через стінку:

$$Q_3 = \frac{1}{3,86} * (42 - 10) * 1695,6 = 14056,79 \text{ Вт}$$

При товщині теплоізоляції  $\delta_4 = 250 \text{ мм}$

Опір теплопередачі ізоляції:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,25}{0,054} = 4,63 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Сумарний опір теплопередачі:

$$\Sigma R = 0,014 + 0,147 + 0,00000317 + 0,00067 + 4,63 + 0,0011 = 4,79 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Тепловий потік, що проходить через стінку:

$$Q_4 = \frac{1}{4,79} * (42 - 10) * 1695,6 = 11327,6 \text{ Вт.}$$

### Результати розрахунків

Таблиця . Тепловтрати через стінку ферментатора

Циліндрична стінка над землею				Циліндрична стінка під землею			
$\delta_1$	0,1 м	$Q_1$	41374,12Вт	$\delta_1$	0,1 м	$Q_1$	26994,6Вт
$\delta_2$	0,15 м	$Q_2$	28197,1Вт	$\delta_2$	0,15 м	$Q_2$	18971,75Вт
$\delta_3$	0,2 м	$Q_3$	21422,1Вт	$\delta_3$	0,2 м	$Q_3$	14056,79Вт
$\delta_4$	0,25 м	$Q_4$	17248,6Вт	$\delta_4$	0,25 м	$Q_4$	11327,6Вт.

Графіки залежності тепловтрат через надземну та підземну стінку від товщини теплоізоляції

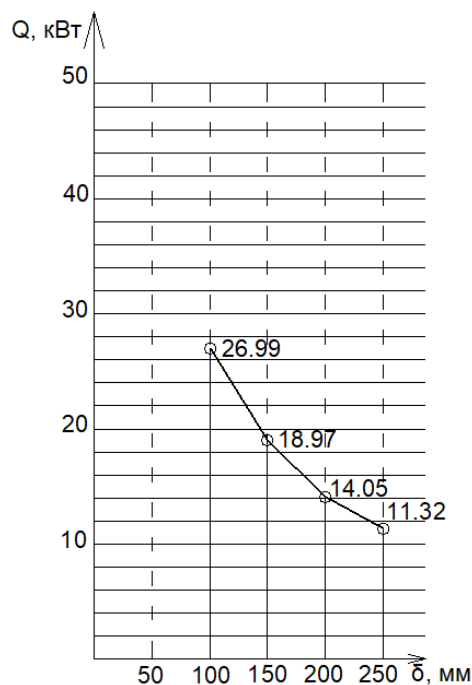


Рис.1. Графік залежності тепловтрат надземної частини від товщини утеплювача

									Арк.
АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА									
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

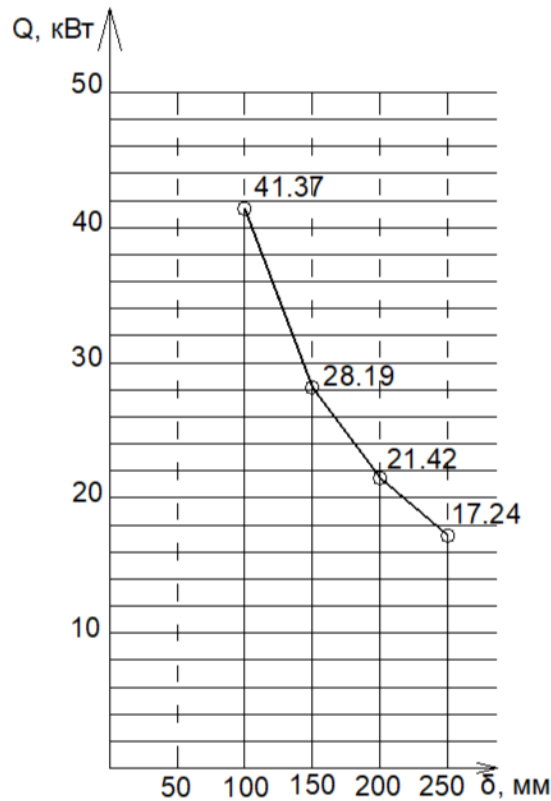


Рис.2. Графік залежності тепловтрат підземної частини від товщини утеплювача

### 3.1. Тепловтрати днища ферментатора

Днище ферментатора вироблене з бетону С25/30 ( $\delta = 300$  мм,  $\lambda = 1,86$  Вт/мх°С).

Опір теплопередачі днища:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,3}{1,86} = 0,16 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Площа днища:

$$F = 2\pi R(H + R), \text{ м}^2$$

де  $R$  – радіус ферментатора,  $R = 15$  м.

$H$  – висота стінки над землею,  $H = 3$  м.

$$F = \pi r^2 = \pi 15^2 = 706,5 \text{ м}^2$$

Тепловий потік, що проходить через днище:

$$Q = \frac{1}{0,16} * (42 - 10) * 706,5 = 141300 \text{ Вт}$$

									Арк.
АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА									
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата				

Найбільшим джерелом тепловтрат є днище ферментатора тому, щоб запобігти появі великої кількості втрати енергії встановлюємо систему теплої підлоги на водяному контурі

#### 4. Розрахунок теплої підлоги.

Теплові втрати через днище ферментатора складають  $Q = 141300$  Вт. Температура на поверхні днища  $t_{\text{вн}} = 45^{\circ}\text{C}$ .

Температура навколишнього середовища (землі)  $t_{\text{зовн}} = 10^{\circ}\text{C}$ .

Коефіцієнт теплопередачі  $k=1/0,16=6,25$  Вт/м<sup>2</sup>°C.

Використовуючи рівняння теплопередачі знайдемо площу теплої підлоги.

$$Q = k \times \Delta t \times F, \text{ Вт}$$

$$F = \frac{Q}{k\Delta t}, \text{ м}^2$$

$$F = \frac{141300}{6,25(45 - 10)} = 605,5 \text{ м}^2$$

Підбираємо водяну теплу підлогу KAN-TERM PE-RT-BLUE FLOOR.

#### Технічні характеристики KAN PE-RT $\varnothing 16 \times 2.0$ :

Матеріал: сополімер октанового поліетилену Dowlex 2388

Маркування: PE-RT

Зовнішній діаметр: 16 мм

Товщина стінки: 2 мм

Внутрішній діаметр: 12 мм

Серія труб S(розмірний ряд): 3,5

Питома вага: 0,094 кг/м

Водомісткість: 0,113 л/м

Коефіцієнт лінійного розширення: 0,18 мм/м x

Коефіцієнт теплопровідності: 0,41 Вт/м x K

Щільність: 0,933 г/см.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

Подовження при розтягуванні: 1000%  
Мінімальний радіус вигину: 5 x D  
Шорсткість внутрішньої поверхні: 0,007 мм  
Максимальна робоча температура: 70 °С  
Короткочасна екстремальна температура: 100 °С  
Тип фітингів: прес, компресійні, прес  
Довжина бухти: 200м  
Колір блакитний  
Номер у каталозі KAN: 0.2176OP.  
Приймаємо крок укладання підлоги 15 см.

#### 4.1. Розрахунок теплоізоляції для підлоги.

Бетонна основа під теплою підлогою вироблена з бетону класу C25/30 ( $\delta=300$  мм,  $\lambda=1,86$  Вт/мх°С).

Опір теплопередачі бетонної основи:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{0,3}{1,86} = 0,16 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Підбір товщини утеплювача (базальтове волокно).

Мінімальний опір теплопередачі приймається згідно з [1].

$$R_{min}^q = 4 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Попередньо визначаємо опір теплопередачі утеплювача.

$$R_2 = R_{min}^q - R_1 = 4 - 0.16 = 3.84 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

Попередньо визначаємо товщину теплоізоляції.

$$\delta_2 = R_2 * \lambda_2 = 3,84 * 0,054 = 0,207\text{м}$$

Приймаємо товщину утеплювача  $\delta_2 = 0,21\text{м}$

Уточнюємо опір теплопередачі утеплювача.

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,21}{0,054} = 3,8 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$$

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

1. Швидка окупність – до 3 років. Завдяки впровадженню сучасного ліцензійного обладнання досягається максимальна ефективність інтеграції біоенергетичних технологій у галузь сільського господарства. Вихід біогазу з 1 тонни субстрату становить 75-80%, а споживання електроенергії зменшується на 30-40 % завдяки рекуперації енергії її та високоякісній підготовці сировини.

2. Використання в якості сировини виключно відходів: аграрних, промислових, комунальних та відходах очисних споруд. Використовуються такі складні субстрати як послід, солома, гичка, барда, корінці тощо.

3. Після біологічної очистки продуктивність виробництва біогазу сягає 110 тис. м<sup>3</sup>/добу, тобто 200% від проєктної. При цьому вміст метану у виробленому біогазі становить 55%. Це дуже високі показники для України.

4. Замкнений цикл виробництва та енергоефективність. Близько 3% виробленої біогазовим комплексом електроенергії використовується у власних потребах. Більшість установках такого типу – середній показник 7-10%. За наявних цін на газ для промисловості така схема споживання є високоефективною. Досягти високого ККД вдалося завдяки запровадженій системі одорації біогазу пропан-бутаном до показника калорійності природного газу, що становить 7 600 ккал/м<sup>3</sup>.

5. У процесі роботи виробляються органічні добрива, а саме дигестат, який вноситься на поля розташованих поряд господарств для відновлення ґрунтів.

6. Встановлена система кондиціювання із рекуперацією тепла-холоду скорочує витрати холоду у 4 рази.

7. Екологічні ефекти та переваги біогазових комплексів: перш за все, біогазові установки — ефективний спосіб вирішення проблем використання

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

відходів сільськогосподарського виробництва, в тому числі побічних продуктів тваринного походження (гною та посліду).

8. Виробництво електроенергії в результаті спалювання біогазу в когенераційних установках — вирішення питань енергонезалежності підприємства та країни.

9. Гнучка система використання енергетичних ресурсів дозволяє максимально використовувати отриману теплову і електричну енергії.

10. Залишки бродіння, що утворюються в процесі виробництва біогазу в біогазових установках, є якісним добривом, яке можна реалізовувати або використовувати замість мінерального добрива.

Дослідженнями, проведеними спеціалістами різних країн, визначена розрахункова кількість виходу біогазу при переробці сільськогосподарських відходів (табл. 1).

Таблиця 1

**Вихід біогазу при збродженні відходів сільського господарства**

Вид тварин	Кількість біогазу на 1м <sup>3</sup> об'єму реактору, м <sup>3</sup> /добу	Кількість біогазу на 1 голову, м <sup>3</sup> /добу	Кількість біогазу на 1м <sup>3</sup> (1т) біомасу, м <sup>3</sup>	Кількість біогазу на 1 кг внесеної органічної речовини, м <sup>3</sup>
<b>ВРХ</b>	0,5-2	0,6-1,5	15-25	0,2-0,45
<b>Свині</b>	0,5-2	0,8-1,8	25-35	0,3-0,5
<b>Птахи</b>	0,5-2	1,0-2,0	40-50	0,5-0,6

Перш за все, слід зазначити, що суттєвим аспектом виробництва біогазу є використання відновлюваних джерел енергії, що часто одночасно є відходами. Використання органічних відходів чи аграрної сировини створюють середовище для утворення екологічних ефектів при їх транспортуванні, зберіганні та використанні

Найсуттєвіший екологічний вплив здійснює сировина тваринного походження. Так наразі, в Україні стоїть гостре питання – утилізація та безпечне перероблення продуктів життєдіяльності птахофабрик, свинокомплексів та ферм ВРХ. З іншого боку анаеробна переробка відходів тваринництва (окремо або в поєднанні з іншими косубстратами) може

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

розглядатися як найкраща з наявних технологій, адже переробка відходів на біогазових заводах дає змогу частково зменшити екологічні проблеми та має суттєві економічні переваги у вигляді децентралізованого виробництва відновлюваної енергії.

Екологічний ефект біогазового виробництва полягає в екологічно безпечній переробці органічних відходів та побічних продуктів тваринного походження, за рахунок метанового зброджування.

Загалом можна виділити 6 основних екологічних ефектів від впровадження біогазових комплексів.

- переробка відходів
- вирішення проблеми зберігання і транспортування сировини
- впровадження альтернативних джерел енергії
- утворення якісного добрива
- скорочення часу при зберіганні і транспортуванні добрив
- скорочення викидів парникових газів

Як опосередковані екологічні ефекти, можна виділити — запобігання забрудненню ґрунтових та поверхневих вод та ґрунту

Сировиною для виготовлення біогазу можуть бути відходи як рослинного так і тваринного походження. Але найбільший екологічний ефект полягає в тому, що за допомогою біогазових установок вирішується проблема утилізації гною та посліду. Перетворення органічних решток на біогаз відбувається внаслідок цілого комплексу складних біохімічних перетворень (ферментація біомаси). На виході з таких установок фермери отримують екологічно чисті рідкі або тверді біодобрива, в яких відсутні неприємні запахи, яйця гельмінтів, насіння бур'яну та нітрати. А постійний доступ органічних речовин робить можливим постійне й безперервне виробництво біогазу.

Вирішення проблеми зберігання і транспортування сировини: впровадження біогазових комплексів дає можливість не тільки переробляти

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

відходи тваринництва, а й не експлуатувати анаеробні ставки. Так, гній, що видаляється з тваринницьких приміщень має зберігатись в анаеробних ставках протягом 6 місяців у випадку молочних ферм або 12 місяців у випадку свиноферм. Крім того, що ставки та сховища є основним джерелом потрапляння забруднюючих речовин в атмосферне повітря та потенційно можуть бути забруднювачами ґрунту та ґрунтових вод, вони також займають великі площі. Органічні відходи тваринницьких комплексів і переробної промисловості самі по собі вже є добривами. Однак коефіцієнт корисної дії таких добрив становить всього 10 — 15% від можливого. При переробці ж цих відходів на біогазовій установці відбувається значне поліпшення їх властивостей

Так, середня біогазова установка, яка знаходиться на тваринницькому комплексі і переробляє близько 37000 т / рік гною, після переробки дає на рік орієнтовно 35000 т цінних біодобрив. В 1 тонні таких добрив міститься в середньому 3,5 кг загального азоту N.

**Хімічний склад біодобрива після біогазового комплексу.  
Рідка фракція 95 % вол.**

Біодобрива (переброджена маса)	Хімічний склад кг/тонну*				
	N	NH4 - N	P2O5	K2O	MgO
Свинячий гній	3,1 – 3,8	1,4 – 2,0	2,3 – 2,4	2,1 – 2,4	0,5 – 0,8
Коров'ячий гній	1,8 -2,2	1,0-1,2	0,8 – 1,6	2,2 – 2,8	0,4 – 0,5
Пташиний послід	7,1 – 8,2	3,0 – 3,5	6,8 – 7,9	5,0 – 5,6	1,5 – 2,2
Трав'яний силос	2,2 – 2,8	0,9 – 1,5	1,9 – 2,3	2,0 – 2,5	0,5 – 0,7

\* Склад основних елементів може суттєво змінюватися в залежності від складу субстрату

### **ПЕРЕВАГИ БІОДОБРИВ ПЕРЕД ІНШИМИ ОРГАНІЧНИМИ ДОБРИВАМИ:**

Біодобрива за багатьма показниками в кілька разів краще за інших органічних добрив (гній, послід, торф):

- Екологічний вплив на ґрунт. Органічні добрива в непереробленому вигляді наносять більшої шкоди ґрунту, забруднюючи

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
<b>Зм</b>	<b>Кільк.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ док.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>		

його і ґрунтові води. Тоді як біодобрива є абсолютно чистим екологічним добривом;

- Відсутність патогенної мікрофлори, але наявність активної мікрофлори, що сприяє інтенсивному росту рослин;
- Відсутність адаптаційного періоду. Біодобрива завдяки своїй формі починають ефективно працювати відразу при внесенні.

**Зберігання і транспортування добрив:** вагомою перевагою біодобрив є відсутність адаптаційного періоду. Гній та інша органіка перед внесенням в ґрунт потребує проведення тривалої підготовки (6-12 місяців). Корисні речовини, які містяться в них, частково втрачаються, а інші починають діяти в ґрунті лише на 2-4 рік після його внесення.

Також, слід зазначити, що залежно від способу і тривалості зберігання, органічні відходи втрачають від 25-50% органічної речовини і поживних елементів (в першу чергу азот N). Ще більші втрати спостерігаються при промерзанні з наступним відтаванням до 70%.

Слід зазначити, що перелічені властивості біодобриву сприяють зменшенню — екологічних злочинів, коли гній або послід вивозиться на поля без попередньої підготовки.

### **Зменшення викидів парникових газів.**

Скорочення викидів буде досягнуте за рахунок заміщення енергії, виробленої з не відновлюваних джерел, енергією, яка виробляється з альтернативних джерел. Скорочення викидів метану в біогазових комплексах буде досягнуте за рахунок уловлювання біогазу з подальшим його спалюванням у когенераційній установці.

Крім того, буде досягнуто скорочення викидів іншого парникового газу - CO<sub>2</sub>, оскільки вироблення електричної та теплової енергії з відновлюваних джерел (біогаз) призведе до заміщення еквівалентної кількості енергії, отриманої внаслідок спалювання викопних видів палива на електростанціях, які видають потужність до енергосистеми.

						<b>АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА</b>	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

## Список використаної літератури

1. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2017. –31с.
2. ДБН В.2.5- 64:2012 "Внутрішній водопровід та каналізація" і ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання зовнішні мережи та споруди».
3. ДСТУ – НБВ.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. –123с.
4. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення. – М.: Відень - Київ – Сімферополь, 2010. 123с.
5. Ратушняк Г.С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела тепlopостачання. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 170 с.
6. Биомасса как источник энергии: Пер. с англ./Под ред. С. Соуфера, О. Заборски. – М.:Мир, 1985. – 368с.
7. Баадер В., Доне Е., Бренндерфер М. Биогаз: теория и практика(Пер. С нем. и предисловие М. И. Серебрянного) – М.:Колос, 1982. – 148с.
8. Барбара Эдер, Хайнц Шульц. Биогазовые установки. Издано в 1996 г. Перевод с немецкого выполнен компанией Zorg Biogas в 2011 г. Под научной редакцией И. А. Реддих.
9. Офіційний сайт Міністерства фінансів України [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/gas/>
10. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. – К.: Держгірпромнагляд, 2007. – 72с.
11. ДСТУ Б А.3.2-13:2011. Будівництво. Електробезпе́чність. Загальні вимоги. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 14с.
12. Правила улаштування електроустановок. – К.: Міненерговугілля України, 2017. – 617с.
13. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпе́ка у будівництві. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 116с.

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА			

14. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою. – К.: Мінрегіонбуд України, 2016. – 31с.
15. ДБН В.2.5-20-2001. Газопостачання. Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. К.: 2001р.- 286с.
16. ДСТУ Б В.2.7-73-98. Труби поліетиленові для подачі горючих газів. Технічні умови. —К.: Укрархбудінформ, 1998.-41с.-чинний з 01.01.99.
17. „Закон України про енергозбереження” // Постанова ВР України №75/94-ВР від 01.07.1994р.
18. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проекттів інженерно-будівельних спеціальностей: Навчальний посібник.К.: Основа, 2001.-336с.
19. Курис Ю.В. Особенности технологии и методы интенсификации анаэробного сбраживания / Ю.В. Курис// Новини енергетики, №11, 2008. – С.35-41
20. Біопалива (технології, машини і обладнання) / [В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, З. Пасторек, А. Гжибек, П. Євич, Т. Амон,В.В. Криворучко] – К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 137 с.Пальгунов П.П. Утилизация бытовых отходов / П.П. Пальгунов, М.В. Сумарохов. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
21. Сігал І.Я. Розробка, дослідження та досвід експлуатації вітчизняного обладнання для заміни природного газу біогазом в промислових котлах / І.Я.Сігал, О.В.Марасін, А.В.Сміхула, Е.П.Домбровська// матеріали наукової конференції Біологічні ресурси і новітні біотехнології виробництва біопалив 2014, Київ, - С.225-226.
22. Хажмурадов М.А. Установа та технологія по утилізації біогазу / Хажмурадов М.А. // Наука та інновації. – 2006. – № 4. – С. 19.
23. [www.weltec-biopower.de](http://www.weltec-biopower.de).

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

24. Руководство по биогазу. От получения до использования / Специальное агентство возобновляемых ресурсов (FNR). 5-е издание. – Гюльцов: Германия, 2012. – 213 с.

25. Технічне забезпечення виробництва біогазу / [Голуб Г.А., Дубровіна О.В., Рубан Б.О., Войтенко В.О.]: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: технічні науки. – Вінниця, 2012. – Вип. 10. – 186 с. – С. 17–19.

26. В. Сучасні тенденції розвитку біогазових установок / [Голуб Г., Войтенко В., Рубан Б, Єрмоленко]: Техніка і технології АПК. – 2012. – № 2 (29). – С. 18–21.

27. Biogas aus Klee gras, Feldfutter- und Dauerwiesenmischungen. Der fortschrittliche Landwirt, 22, 52–53.

28. Голуб Г.А., Таргоня В.С. Технічне забезпечення органічного виробництва сільськогосподарської продукції та біопалив / Г.А. Голуб, В.С. Таргоня

29. Аналіз метаноутворення в біогазових установках / [Голуб Г.А., Дубровіна О.В., Войтенко В.О., Гох В.В.]: – Сучасні проблеми збалансованого природокористування: Збірник наукових праць / Подільський державний аграрно-технічний університет (ПДАТУ); Науковий редактор: Бахмат М.І. – Кам'янець-Подільський, 2012. – Спеціальний випуск до VII науково-практичної конференції. – 334 с. – С. 141–145.

30. Кухарець С.М. Забезпечення енергетичної автономності агроєкосистем на основі виробництва біопалива / С.М. Кухарець, Г.А. Голуб // Науково-теоретичний збірник «Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету» / Головний редактор: Микитюк В.М. – Житомир, 2012. – №1 (30), т. 1. – 468 с. – С. 345–352.

31. Голуб Г.А., Дубровіна О.В., Маєвська А.Г, Рубан Б.О. Метантенк: Патент на винахід 101226. Україна. МПК C02F11/04, C02F3/28.

									Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА			

– Заявка № а201106300; Заявлено 19.05.2011; Опубліковано 11.03.2013, Бюл. № 5. – 6 с.

32. Альтернативна енергетика: [навч. посібник для студ. вищ. навч. закл.] / М.Д. Мельничук, В.О. Дубровін, В.Г. Мироненко, І.П. Григорюк, В.М. Поліщук, Г.А. Голуб, В.С. Таргоня, С.В. Драгнев, І.В. Свистунова, С.М. Кухарець. – К: «Аграр Медіа Груп», 2012. – 244 с.

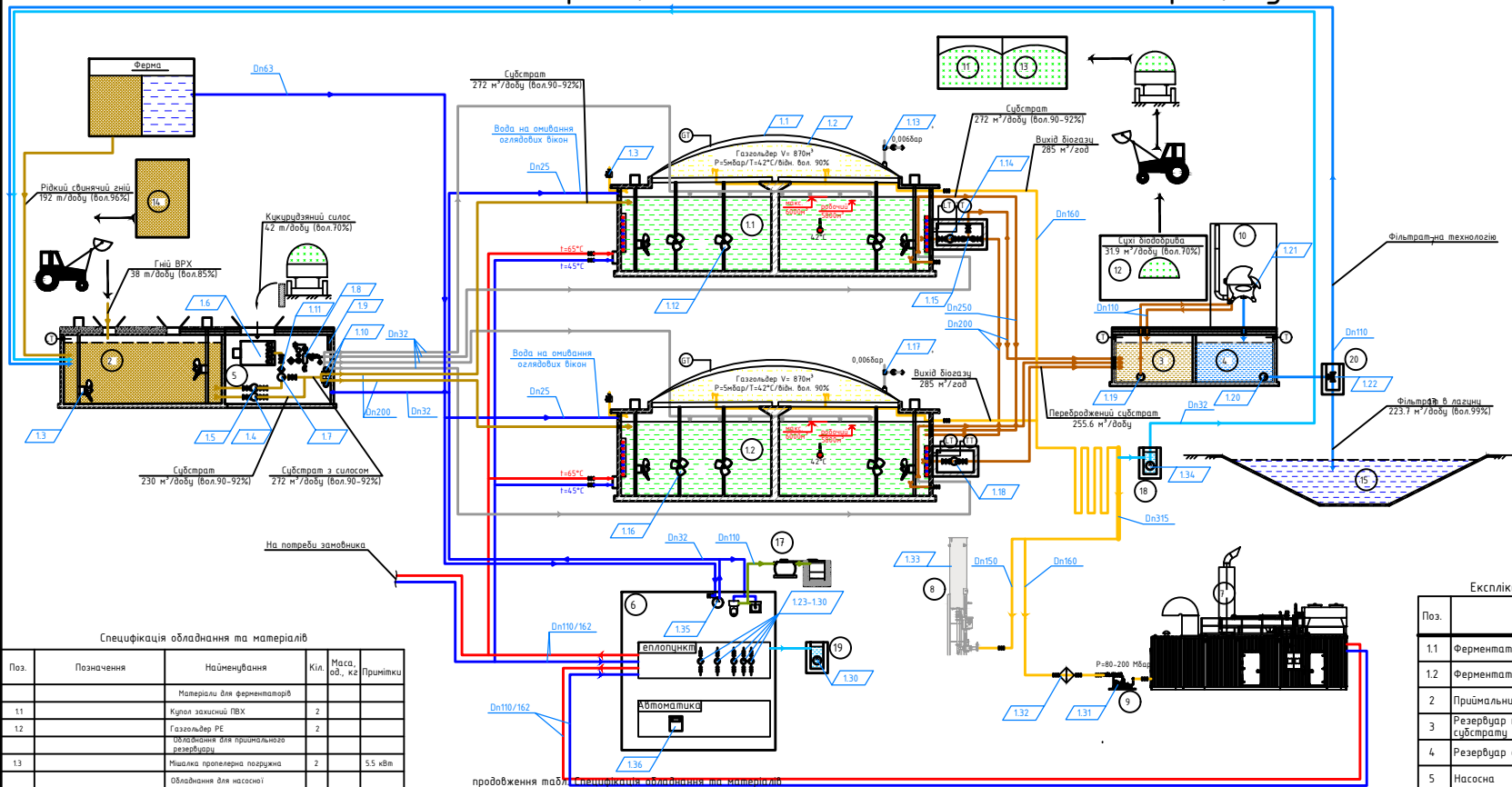
33. Поліщук В.М. Біотехнологічні основи виробництва біогазу / В.М. Поліщук, М.М. Лободко, О.В. Дубровіна //Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування: Зб. наук. праць. - Київ, 2013. - № 185. Ч. 2 - С. 289-296.

34. Поліщук В.М. Вплив режимів метанового бродіння на ефективність виробництва біогазу / В.М. Поліщук, М.М. Лободко, О.В. Сидорчук, О.В. Поліщук//Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування: Зб. наук. праць. - Київ, 2013. - № 185. Ч. 3 - С. 180-191.

35. Процеси та апарати біотехнологічних виробництв. Частина 1. Установа для одержання біогазу. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисциплін «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв» для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів 3-4 рівнів акредитації освітньо-кваліфікаційного рівня „Магістр” зі спеціальності 8.10010203 - “Механізація сільського господарства”/В.М. Поліщук, В.О. Дубровін, С.В. Драгнев, М.М. Лободко, О.В. Дубровіна. - К.: АграрМедіаГруп, 2013. -16 с.

						АТЕСТАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА	Арк.
Зм	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

# Принципова схема технологічного процесу



Специфікація обладнання та матеріалів

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, од., кг	Примітки
		Матеріали для ферментатора			
11		Кипля захисний ПВХ	2		
12		Газозильдер PE	2		обладнання для принального резервуару
13		Машинка пропелерна покривна	2	5,5 кВт	
		Обладнання для насосів			
14		Насос роторний подачі субстрату в ферментатор	1	11 кВт	
15		Насос роторний подачі субстрату на «Рег-пих»	1	5,5 кВт	
16		Вушкер автоматичний	1	8,5 кВт	
17		Насос «Рег-пих»	1	9,2 кВт	
18		Компресор повітряний	1	2,25 кВт	
19		Щит управління повітрям	1		
1.10		Засівка з електроприводом	2	0,18 кВт	
1.11		Підвіскач шти «Котасит»	1	16,5 кВт	
		Обладнання для ферментатора 1.1			
1.12		Машинка пропелерна покривна	5	18,5 кВт	
1.13		Повітряндка кипля	1	0,12 кВт	
1.14		Насос роторний перекачання субстрату	1	7,5 кВт	
1.15		Кран триходовий	1		
		Обладнання для ферментатора 1.2			
1.16		Машинка пропелерна покривна	5	18,5 кВт	
1.17		Повітряндка кипля	1	0,12 кВт	
1.18		Насос роторний перекачання субстрату	1	7,5 кВт	
		Обладнання для резервуару перебранженого субстрату на фільтрату			
1.19		Насос подачі на сепаратор	1	4,0 кВт	
1.20		Насос подачі фільтрату	1	4,0 кВт	
1.21		Сепаратор караваний	1	2,2 кВт	
1.22		Кран триходовий	1		

продовження табл. специфікації обладнання та матеріалів

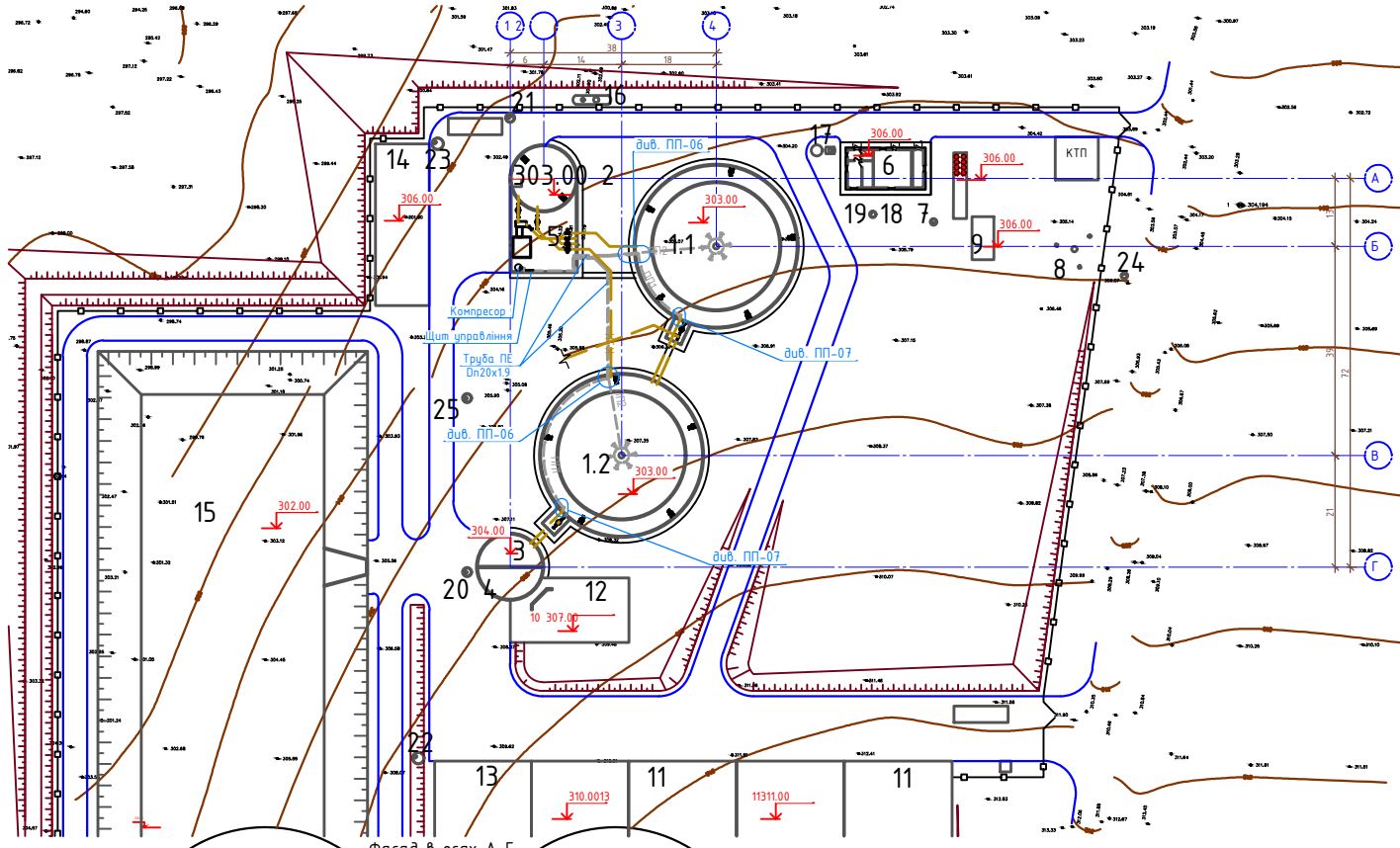
Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса, од., кг	Примітки
		Обладнання для теплопостачання			
1.23		Насос контуру генератора	1	3,0 кВт	
1.24		Насос контуру обігріву ферментатора 1.1	1	183 кВт	
1.25		Насос контуру обігріву ферментатора 1.2	1	183 кВт	
1.26		Насос подачі води на опалення будівлі	1	0,055 кВт	
1.27		Насос подачі води на теплообмінник	1	3,0 кВт	
1.28		Насос подачі води замовнику	1	7,5 кВт	
1.29		Насосна станція підвищення	1	0,85 кВт	
1.30		Насос дренажний	1	0,35 кВт	
		Обладнання для газопостачання			
1.31		Компресор газобий	1	9,2 кВт	
1.32		Охолоджувач газу	1	7,14 кВт	
1.33		Газова свічка	1	0,5 кВт	
1.34		Насос дренажний	1	0,35 кВт	
		Обладнання подачі води			
1.35		Насос подачі води на оглядові вікна та побутові потреби	1	0,75 кВт	
		Обладнання для електропостачання			
1.36		Щит управління комплексом	1		

Умовні позначення:

- труборівід біогазу;
- водопровід;
- теплопаса подача;
- теплопаса зворотка;
- субстраторівід;
- труборівід конденсату;
- труборівід фільтрату;
- повітропровід;
- перебранжений субстрат;
- побутова каналізація.

Експлікація будівель та споруд

Поз.	Позначення	Кіл.	Примітки
1.1	Ферментатор	1	5800м³
1.2	Ферментатор	1	5800м³
2	Приміальний резервуар	1	250м³
3	Резервуар перебранженого субстрату	1	150м³
4	Резервуар фільтрату	1	150м³
5	Насосна	1	
6	Технічне приміщення	1	
7	Когенератор	1	
8	Газова свічка	1	
9	Пункт газопідготовки	1	
10	Ділянка сепарації	1	
11	Силососховище	2	3400м³
12	Майданчик для зберігання твердих біообривів	1	170м³
13	Силососховище	2	4800м³
14	Майданчик для зберігання снігу ВРХ	1	600м³
15	Лагуна	1	18000м³
16	Локальна очисна споруда поверхневих вод (шпильовий/лагуна)	1	
17	Септик	1	
18	Конденсатний колодязь	1	
19	Дренажний колодязь теплових мереж	1	
20	Колодязь для триходового крану	1	

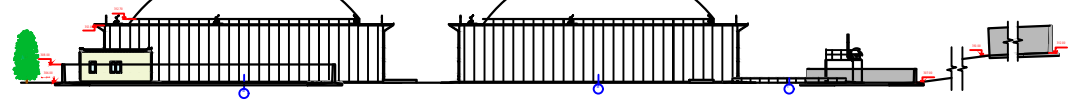


- Умовні позначення:
- трубовід біогазу;
  - водопровід;
  - теплотраса подача;
  - теплотраса зворотка;
  - субстратоводовід;
  - трубовід конденсату;
  - трубовід фільтрату;
  - повітроводів;
  - перебранний субстрат;
  - побутова каналізація.

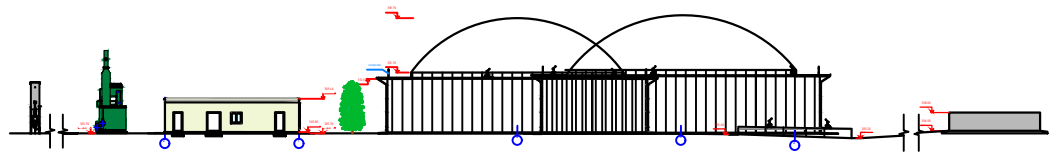
Експлікація будівель та споруд

Номер на плані	Позначення	Координати центра споруди
1.1	Ферментатор - 5800м <sup>3</sup>	x=2309620.917 y=5458154.458
1.2	Ферментатор - 5800м <sup>3</sup>	x=2309603.407 y=5458115.61
2	Пріямальний резервуар - 250м <sup>3</sup>	x=2309588.92 y=5458167.059
3	Резервуар перебродженого субстрату - 150м <sup>3</sup>	x=2309582.724 y=5458094.928
4	Резервуар фільтрату - 150м <sup>3</sup>	
5	Насосна	
6	Технічне приміщення	
7	Когенератор	
8	Газова свічка	x=2309687.381 y=5458153.885
9	Пункт газопідготовки	
10	Ділянка сепарації	
11	Силохосовище - 5400м <sup>3</sup>	
12	Майданчик для зберігання твердих біодобрив - 170м <sup>3</sup>	
13	Силохосовище - 4800м <sup>3</sup>	
14	Майданчик для зберігання гною ВРХ - 600м <sup>3</sup>	
15	Лазня - 18000м <sup>3</sup>	
16	Локальна очиска споруда поверхневих вод (нафтоуловлювач)	
17	Септик	
18	Конденсатний колодязь	x=2309661.302 y=5458158.957
19	Дренажний колодязь теплових мереж	x=2309649.97 y=5458160.378
20	Колодязь для триходового крану	
21	Водопровідний колодязь	x=2309582.728 y=5458178.259
22	Колодязь для збору соку силосу	
23	Колодязь для збору гною ВРХ	
24	Колодязь теплових мереж	x=2309696.655 y=545814.8.946
25	Колодязь для ручного триходового крану	x=2309574.717 y=5458126.226

Фасад в осях А-Г



Фасад в осях 4-1



Фасад в осях Г-А (співосередина)

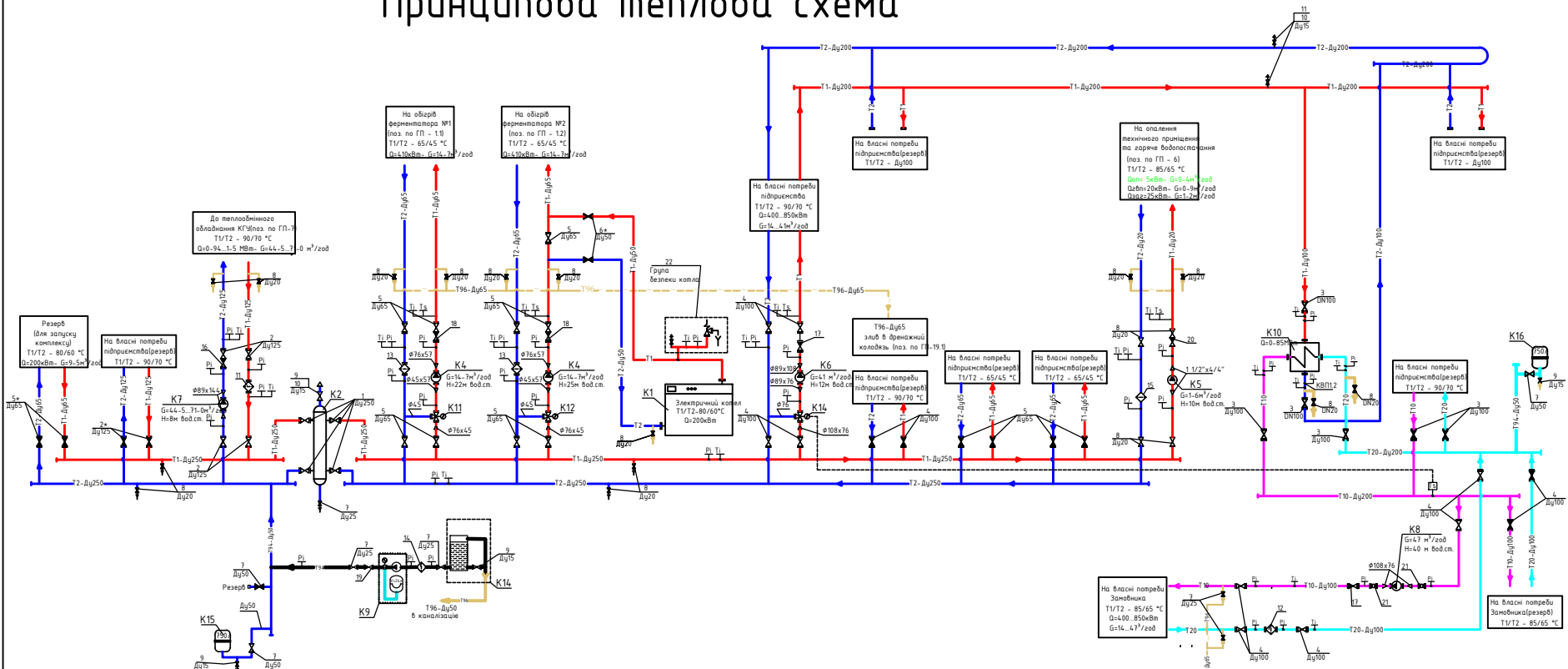


Атестаційна випускна робота магістра

Біогазові установки для потреб теплопостачання					Літера	Маса	Масштаб
							1:100
Генплан. Фасад					Лист 2	Всього	10
					ІНУРЕА кафедра теплотехніки		



# Принципова теплова схема



Експлікація основного обладнання (початок)

Позиція	Позначення	Найменування обладнання	Кільк.	Маса один. кт.	Примітка
K1	K30-200/490.6	Електрокавал ел. потужністю 200кВт	1	300	
K2	WST 550A (6500/DN250) 6/30	Гаряча вода насосна станція 6x1.5 МВт. DN250 1	1	350,0	
K4	DAB CP 50/3100 T IE3	Шарнірний насос подачі мережі	1	46,0	
K4	DAB CP 50/3100 T IE3	води на Ферментатор №1 та ел. котел	1	46,0	
		води на Ферментатор №2			
K5	DAB EVOPUS 110/180 M	Шарнірний насос подачі мережі	1	4,5	
		води на опалення технічного призначення			
K6	DAB CP-DE 80-1400/A/BADE/2/2 T MCE30/C IE3	Шарнірний насос подачі мережі	1	86	
		води на теплообмінник			
K7	DAB CP-DE 80-1400/A/BADE/2/2 T MCE30/C IE3	Шарнірний насос подачі мережі	1	89	
		води на КТ9			
K8	CP-DE 65-4700/A/BADE/11 T MCE110/C IE3	Шарнірний насос подачі мережі	1	209	
		води на потреби Замовника			
K9	AZUAJET-INDX 82 M	Масляна станція підживлення пропілену	1	20	
		уловлювач системи теплопостачання			

Експлікація основного обладнання(кінець)

Позиція	Позначення	Найменування обладнання	Кільк.	Маса один. кт.	Примітка
K10	Теплота	теплообмінник коаксіальний теплообмінник Q=0.85MW. 1.650 зрешта сторона: теплоносій-холод. протікає вперед. Т1/Т2=90/70°C. нагрівача сторона: теплоносій-мережа Т1/Т2=85/65°C.	1	1.650	
K11	Controlli 4FGB40	Триходовий фланцевий регулювальний клапан KV25. DN40 з ел. приводом	1	15,0	
K12	Controlli 4FGB40	подача теплоносія на Ферментатор№1	1	15,0	
		подача теплоносія на Ферментатор№2			
K14	Controlli 4FGB65	Триходовий фланцевий регулювальний клапан KV65. DN65 з ел. приводом	1	24,0	
K14	RV 300	Ємність запору напропілен-алюмінієвий об'ємом V=40л 1670x870мм	1	15,0	
K15	ERL-750CE	Мембранний розширювальний бак об'ємом V=750л. P=10бар. T=99°C. R2	1	80	
K16	ERL-750CE	Мембранний розширювальний бак об'ємом V=750л. P=10бар. T=99°C. R2	1	80	

Умовні позначення обладнання та арматури:

- клапан регулювальний триходовий
- клапан регулювальний односторонній
- запора арматура муфтава
- запора арматура фланцева
- фільтр сітчастий
- зворотний клапан
- лічильник води механічний
- запобіжний клапан
- межі проектування

Умовні позначення трубопроводів:

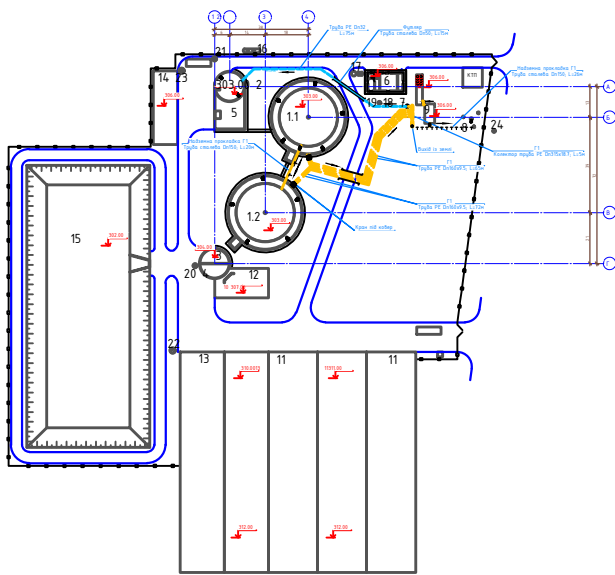
- T1 - подавальний трубопровід мережі води з пропілен-алюмінієм
- T2 - зворотний трубопровід мережі води з пропілен-алюмінієм
- T10 - подавальний трубопровід мережі води (контур до споживача)
- T20 - зворотний трубопровід мережі води (контур до споживача)
- T94 - трубопровід підживлювачі води системи теплопостачання/ трубопровід лінії розширення
- T96 - дренажний трубопровід

Примітки:

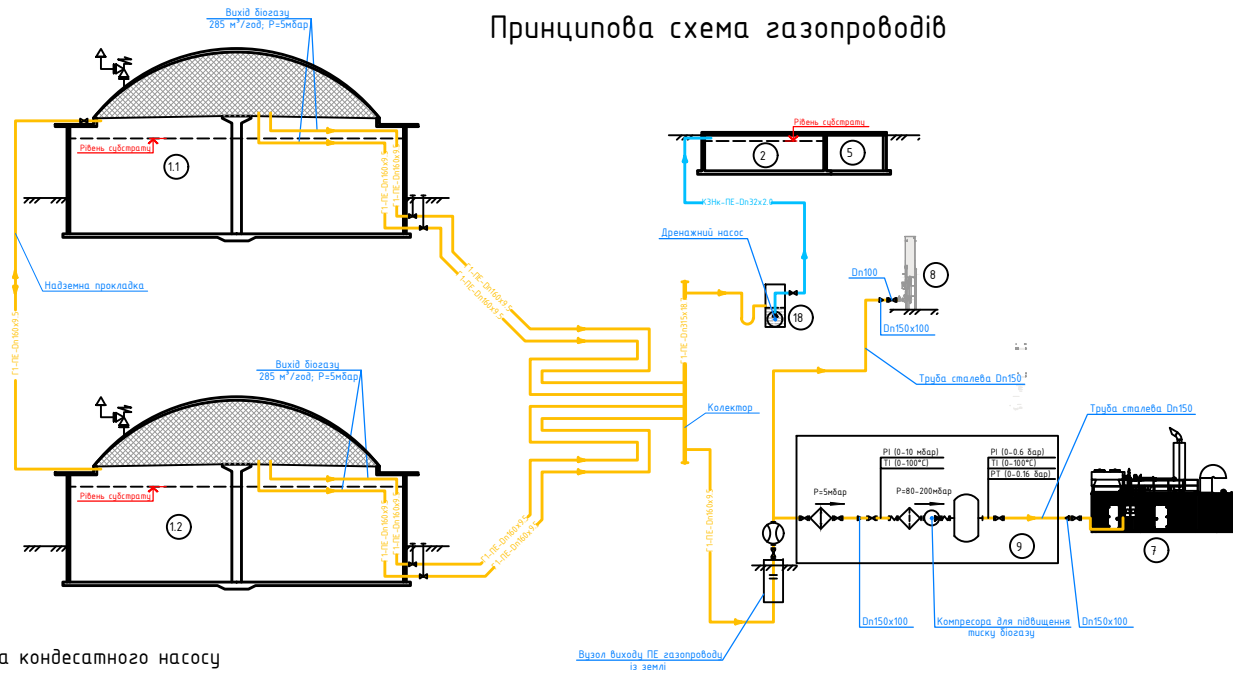
1. \* - кран в положенні "закрито". Відкривається у випадку роботи електрокотла
2. Покази специфікації обладнання - арматури та матеріалів представлені на 4-х арк. в розділі БТ-0721-ТМ.Є

Атестаційна випускна робота магістра			
Біогазові установочи для потреб теплопостачання			
Принципова теплова схема		Маса 1.100	
		Листів 10	
АУРБА кафедра теплопостачання			

### План газових мереж

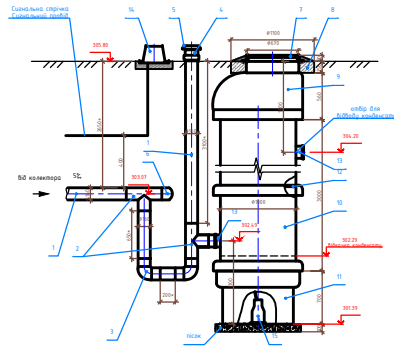
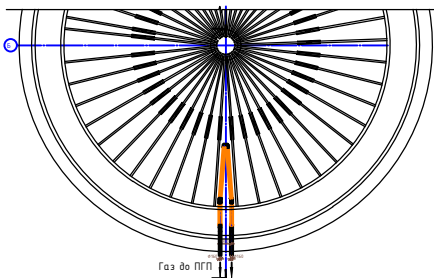


### Принципова схема газопроводів

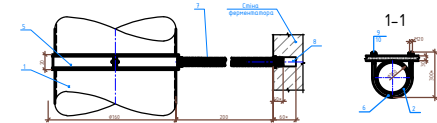


### Шахта конденсатного насосу

### План на відм. 303.00



### Вузел 1



### Умовні позначення:

- Г1 — газопровід;
- КЗН — субстратопровід;
- К1 — побудова каналізація;
- КЗНф — трубопровід фільтрату;

Експлікація будівель та споруд					
Поз.	Позначення	Кіл.	Код	Код	Код
			10	Ділянка сепарації	1
1.1	Ферментатор	1	11	Силоаскошвище	2
1.2	Ферментатор	1	12	Майданчик для зберігання твердих відходів	1
2	Приймальний резервуар	1	13	Силоаскошвище	2
3	Резервуар переробленого субстрату	1	14	Майданчик для зберігання гною ВРХ	1
4	Резервуар фільтрату	1	15	Лагуна	1
5	Насосна	1	16	Локальна фізична споруда побутових вод (нафтопродуктів)	1
6	Технічне приміщення	1	17	Септик	1
7	Ко-генератор	1	18	Конденсатний колектор	1
8	Газова свічка	1	19	Дренажний колодезь теплових	1
9	Пункт газопідготовки	1	20	Колодезь для триходового крану	1

Атестаційна випускна робота магістра				Листів	Маса	Масштаб
За	Акт	№ докум.	Робота	Зміст	1:100	
Виробник	Розробник	Головний	Виконав	Перевірив		
Відомство	Головний					
Відомство	Головний					

Біогазові установки для потреб теплостачання

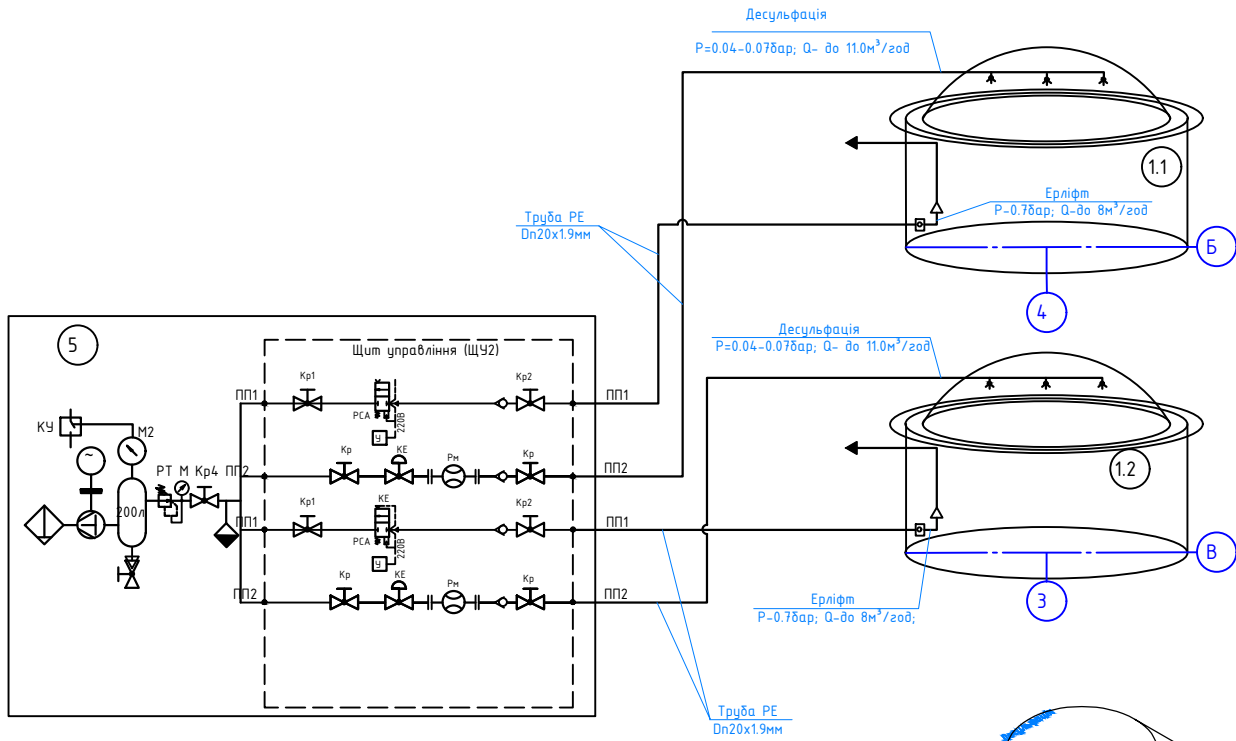
Лист 5 з 5

Дата: 2024

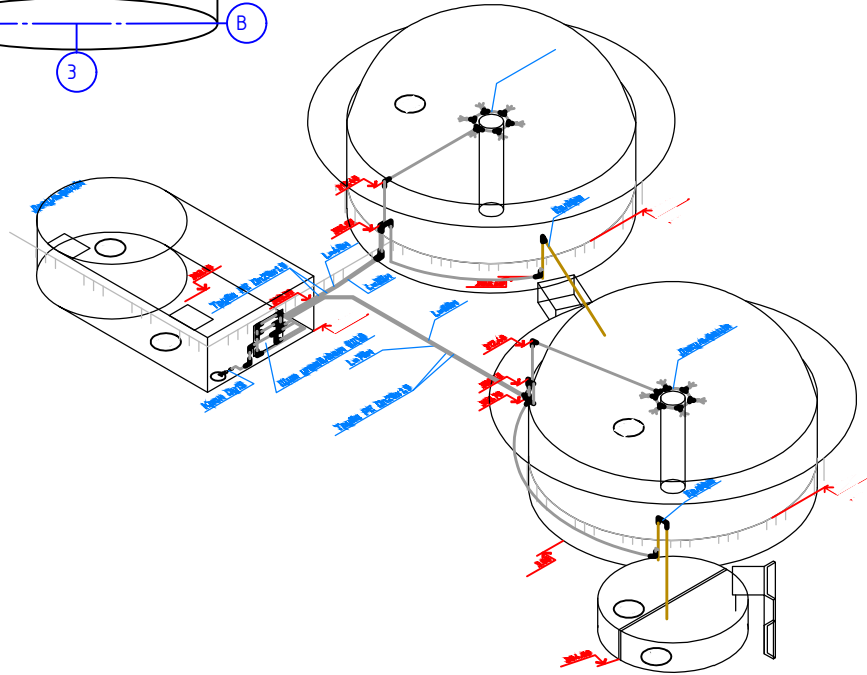
Масштаб: 1:100

Інформація про авторство

План та принципова схема газопроводів



Ізометрична схема повітропроводів ПП1; ПП2



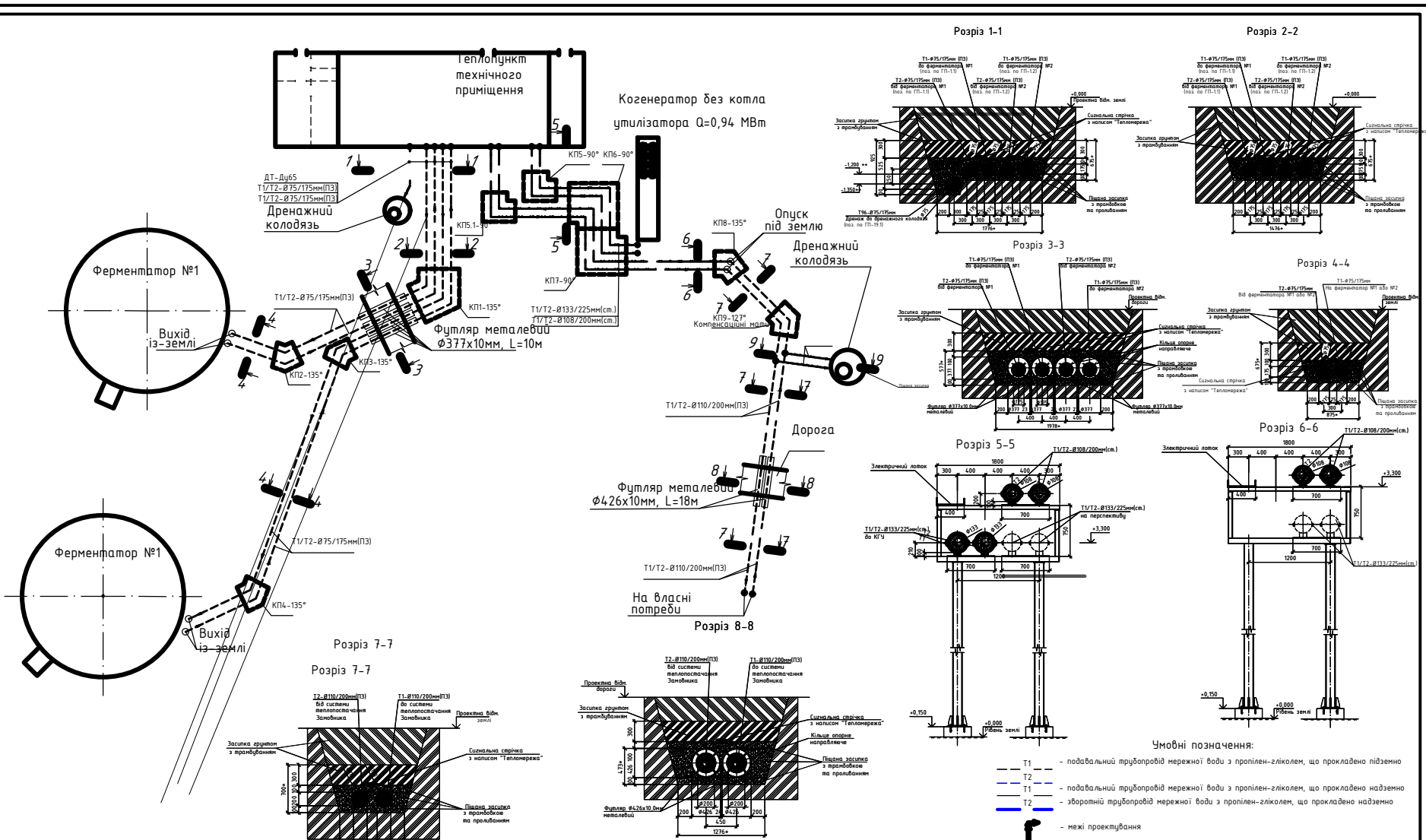
- Умовні позначення:
- Кран шаровий
  - Клапан електромагнітний
  - Манометр
  - Кнопочний пост
  - Регулятор тиску
  - Клапан зворотній
  - Ротаметр
  - Компресор
  - Фільтр
  - Рецивер
  - Гліколер
  - Робота системної автоматики

Специфікація виробів і матеріалів

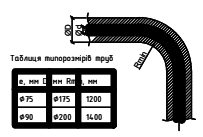
Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., кг	Примітка
Деталі:					
1	Rehau Rauprex-A	Труба ПЕ Dn20x19; м.п	40		ПП1
2	Rehau Rauprex-A	Труба ПЕ Dn20x19; м.п	40		ПП2

- Умовні позначення:
- ПП1 - повітропровід до ерліфта;
  - ПП2 - повітропровід десульфіції;
  - КЗН - субстратопровід.

Атестаційна випускна робота магістра			
Біогазові установки для потреб теплопостачання			
Літера	Маса	Масштаб	
		1:100	
Лист 6		Листів 10	
П л а н п о в і т р о п р о в о д і в			
ІНЖЕНЕР ІГОРА ІВАНОВИЧА			

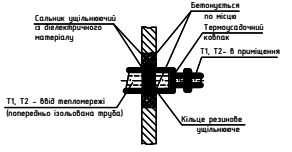


Прокладання попередньо ізолюваних трубопроводів в траншеї при повороті



1. \* Відстань від поверхні ізоляції трубопроводу до поверхні землі утворюється відповідно до профілю при розрахунку спадів Р  
2. \*\* Відстань вказує від поверхні до поверхні трубопроводу  
3. \*\*\* Розмір утворюється при монтажі.

Вузол проходження тепломережі через стіну



1. \* Відстань від поверхні ізоляції трубопроводу до поверхні землі утворюється відповідно до профілю при розрахунку спадів Р  
2. \*\* Відстань вказує від поверхні до поверхні трубопроводу  
3. \*\*\* Розмір утворюється при монтажі.

Таблиця теплових навантажень(споживачів)

Найменування споживачів	Температурний графік Т1/Т2, °С	Максимальне теплове навантаження, кВт	Примітка
1. Ферментатор №1	65/45 °С	310,0	2**
2. Ферментатор №2	65/45 °С	310,0	2**
3. Технічне приміщення	85/65 °С	25,0	
5. На власні потреби	85/65 °С	300,0..850,0	3***

Умовні позначення:  
 - - - - - Т1 - подавальний трубопровід мережної води з пропілен-гліколем, що прокладено підземно  
 - - - - - Т2 - подавальний трубопровід мережної води з пропілен-гліколем, що прокладено надземно  
 - - - - - Т1 - зворотний трубопровід мережної води з пропілен-гліколем, що прокладено надземно  
 - - - - - Т2 - зворотний трубопровід мережної води з пропілен-гліколем, що прокладено надземно  
 - - - - - - межі проектування

Примітка:

2. \*\* - Максимальний постійний нагрів субстрату при подачі сировини 6-ть раз на добу когенераційного модуля котлом-утилізатором

Атестація випускна робота магістра					Листів	Маса	Максимум
Зав. адм.	М. Богун	Підпис	Дата				1:100
Зав. тех.	Г. Гавриш	Підпис	Дата				Листів 10
Теплопостачання. Вузол прокладання тепломережі					КВ0964		
					Інформація про виконавця		

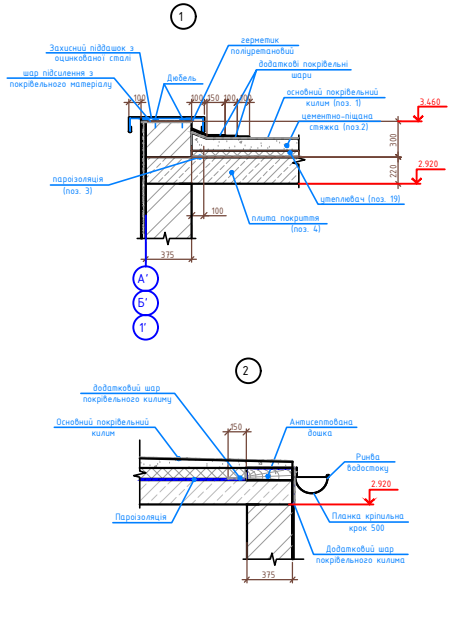
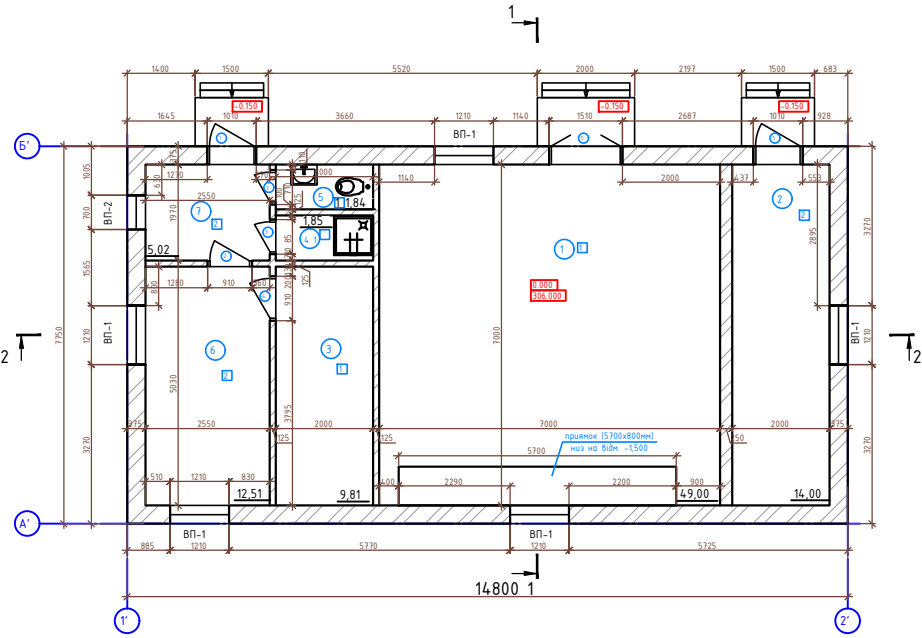




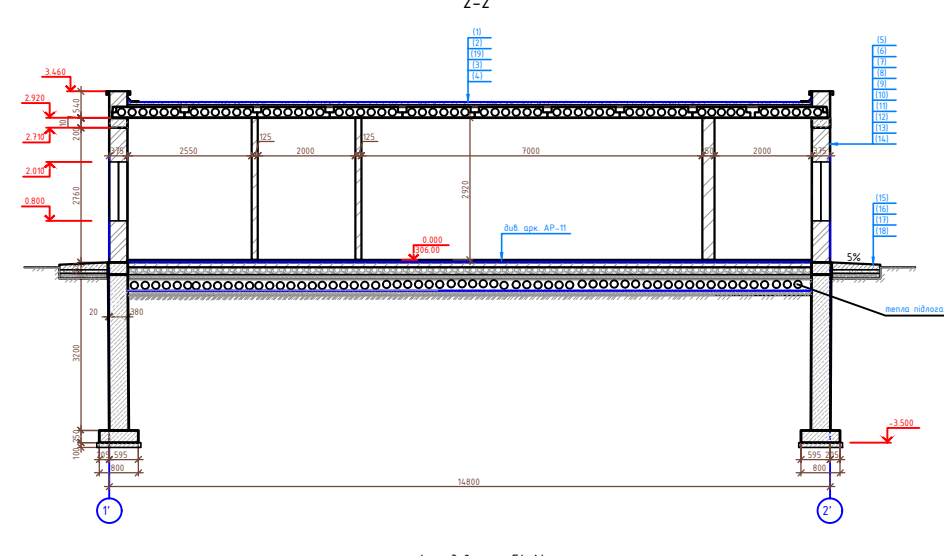
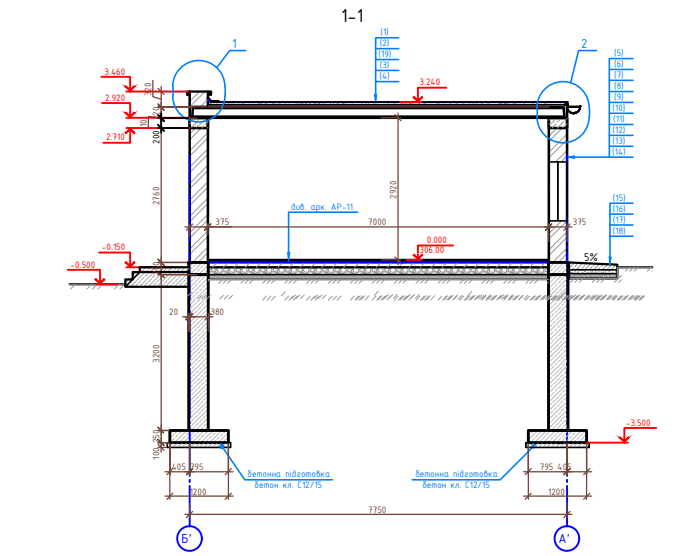




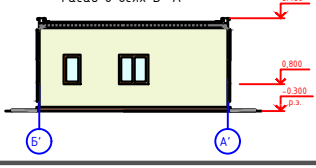
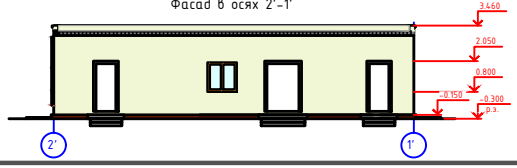
План 1-го поверху на відмі. 0.000



Відомість матеріалів		
Номер шару	Елемент шару та його товщина	Примітки
<b>Покрівля</b>		
1	накладений руберойд РК-420-1, 2 шари	3х3 м
2	цементно-піщана стяжка (М150) - 50, 153мм	4 м 3
19	пенопласовий ПС-С-35-50мм	3 м 3
3	парозахисна - поліетиленова для покриттєв "Техніколь"	19 м 2
4	плита покриттєва базальтоцукотна - 220мм	ДВБ арк. КБ
	амциклопобитова дошка 375х50мм (h)	7 м.п.
	захисний підшарок з оцинкованого сталю шаровою 0,35мм	4,6 м.п.
	риба, доболювач	7 м
<b>Стіни</b>		
5	Фасадна сітка "Аегос" фарба "SITEX DCL-10" в 2 шару, 0,35 мм 2	314 м 2/110
6	Грунтобетонна сітка "SITEX EC-100"	157м2/16А
7	Сітка штукатурна армична скляканова "SITEX" довжина 169,2 м 2, ширина 110 см	49 м 2
8	Штукатурка фасадна для паростік основ "SITEX P-17" - 20мм	3,2 м 3
9	Грунтобетонна сітка товщина "SITEX EC-100" в 2 шару, 0,35 мм 2	157м2/16А
10	Огнезахисна з ізоляцією ПЕ500мм, біле р.з. матеріал "Вулна АкваТек" - у 2 шару, тов. 2	4,6 м.п.
11	Стіни із газоблоків Аегос Classic D500	
12	Грунтобетонна сітка "SITEX EC-100"	157м2/16А
13	Штукатурка цементно-вапняна "SITEX CM-10" - 20мм	3,2 м 3
14	Склякановий шар (фарба чи керамична глазур)	ДВБ арк. AP-11
<b>Вимощення</b>		
15	Бетон класу С8/10 - 100, 150мм	4,0 м 3
16	Сітка арматурна 100х100х4мм, ширина - 1м, довжина - 7 м	20 ш.
17	Заливний шар фактис 5-20мм, товщина - 80мм	4 м 3
18	Надильний пісок - 100мм	6 м 3



- Умовні позначення**
- стіна з газоблоків "Аегос" D400; при необхідності замінити місцевими матеріалами
  - перегородка з газоблоків "Аегос" D400; при необхідності замінити місцевими матеріалами
  - — номер приміщення по проекту
  - — тип підлоги за проектом
  - — марка дверей за проектом
  - VP-1 — марка вікна за проектом



Експлікація приміщень		
Номер приміщення	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>
1	Теплопункт	4,900
2	Кладовка	14,00
3	Електрощитова	9,81
4	Вушева	1,85
5	Санвузол	1,84
6	Кабінет оператора	12,51
7	Переїзди	5,02

Атестація виконаної роботи магістра			
Зм.	Клас	Арк.	Місяц
Розробив	Григор		
Перевірив	Григор		
Зав. кат.	Тришак ОВ		

Бюро		
Бюро	Статус	Архив
ABP		

Плани 1-го поверху, розрізи 1-1 та 2-2, експлікація приміщень

КНДБ А ФВЗ ТЕ-21м

Формат А1