

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

Кваліфікаційна робота

другий магістерський

(рівень вищої освіти)

на тему Аналіз використання джерел
теплової енергії в автоматизованому
теплоенергетичному котельні

Виконав: студент 2 курсу, групи ТЕ-18-1мз
спеціальності 144 теплоенергетика
(код і назва спеціальності)

освітньої програми _____
(код і назва освітньої програми)

спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)

Є.О. Шереметьєв
(ініціали та прізвище)

Керівник доц. К.Т.Н. Шереметьєв
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент директор ТОВ "Світло-Тепло"
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій
Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики
Рівень вищої освіти другий магістерський
Спеціальність 144 Теплоенергетика
(код та назва)
Освітня програма Теплоенергетика
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« 26 » 12 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Гереметів Євген Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Аналіз використання джерел теплової енергії в автомобільній теплоенергетичній комплексі

керівник роботи доцент к.т.н. Захарченко О.М.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 10 » 09 2019 року № 1537-С

2 Строк подання студентом роботи 26.12.2019

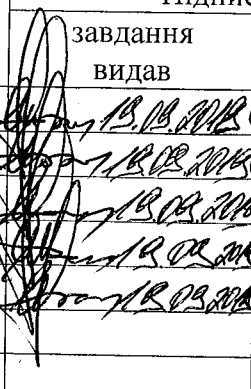
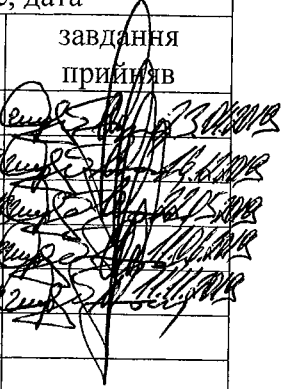
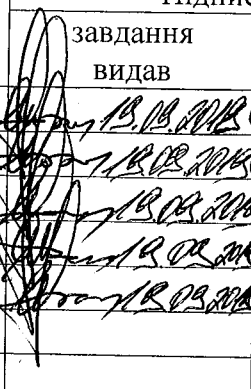
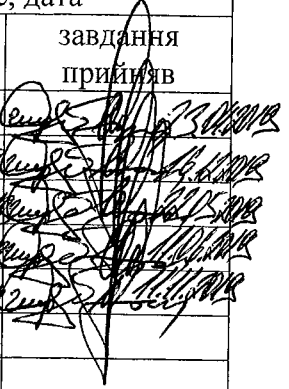
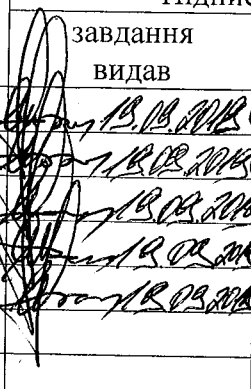
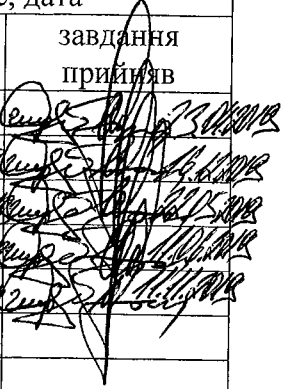
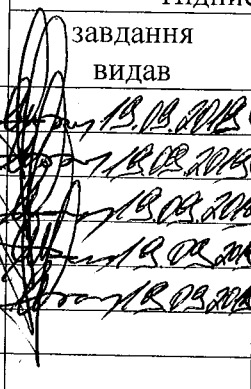
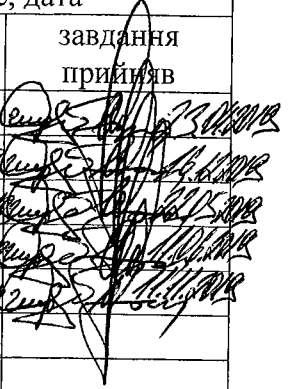
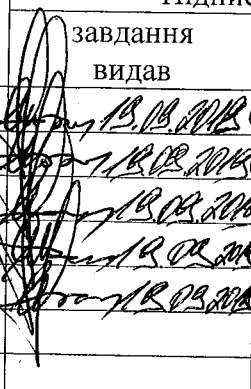
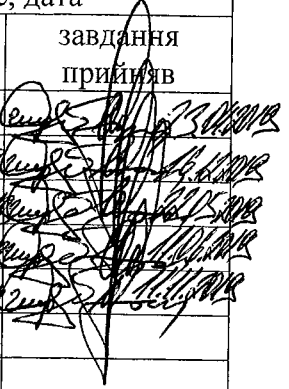
3 Вихідні дані до роботи 1. Місце розташування ОСТ-установки; 2. Висота мікрооб'єкту - 8; 3. Типичні будівлі - а. в. н = 8.16.4; 4. Типичні параметри буд. в. в. 1400 м; 5. Типичні дані мікрооб'єкту - 0.5 м²/м; 6. Вартість тит. асф. буд. на 1 м²

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз об'єкту дослідження; 2. Формування автомобільного теплоенергетичного комплексу; 3. Задача теплової енергетичної системи; 4. Вибір типу енергетичної установки; 5. Типи енергетичних установок

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

1. Візуалізаційний план територіально-технічного комплексу; 2. Біомаса у вигляді теплової енергії; 3. Схематична схема теплоенергетичного комплексу; 4. Розрахункові результати; 5. Розрахункові результати; 6. Схематична схема теплоенергетичного комплексу

6 Консультанти розділів роботи

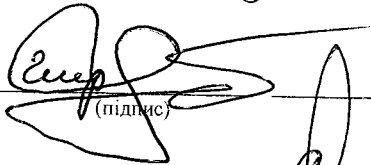
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальний	Хазаренко О.М. доцент к.т.н.		
Рослідний	Хазаренко О.М. доцент к.т.н.		
КВП та А	Хазаренко О.М. доцент к.т.н.		
Оцінка технічних рішень	Хазаренко О.М. доцент к.т.н.		
Пити. світан. обл.	Хазаренко О.М. доцент к.т.н.		

7 Дата видачі завдання 19.09.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

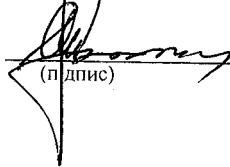
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розроблення теми магістерської роботи	19.09.2018	виконано
2	Вбір даних по об'єкту дослідження	23.04.2018	виконано
3	Аналіз світової технічної літератури	06.05.2018	виконано
4	Прототипування конструктивних рішень	24.09.2018	виконано
5	Управління технологічним процесом	22.10.2018	виконано
6	Розроблення розділу КВП та А	04.11.2018	виконано
7	Проведення техніко-економічного дослідження	02.12.2018	виконано
8	Підсумковий доповідь виконавця проекту	26.12.2018	виконано

Студент


(підпис)

Е.О. Зверев
(ініціали та прізвище)

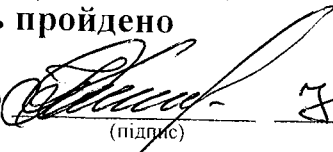
Керівник роботи (проекту)


(підпис)

О.М. Хазаренко
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

О.М. Хазаренко
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Шереметьєв Є.О. Дослідження використання джерел теплової енергії в автономному теплоенергетичному комплексі.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник О. М. Назаренко. Запорізький національний університет. Інженерний інститут. Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій, 2020.

Виконано аналіз поточного стану тваринницького комплексу «Вілнес» селища Малишівка для підтримки працездатного стану системи опалення та кондиціонування в приміщеннях. Оцінено стан комунікацій та фінансові потреби по підтримці технічного стану та надійності експлуатації обладнання. Доведено, важливість використання сільськогосподарських відходів виробництва для власних потреб опалення. Визначено технологічні потреби опалення та тепловтрати існуючого обладнання, розроблено пропозиції по мікрокліматичному забезпеченню приміщень та термін їх експлуатації для зменшення втрат теплоти, ефективність теплоізоляційного захисту конструкцій.

Досліджено можливість комбінування природних та альтернативних видів палива для зниження накладних витрат та можливості контролю технологічних індикаторних значень. Розроблена методика індикаторного вимірювання геометричних показників конструкцій будівель для оцінки стану енергоефективності. Проведено лабораторні виміри теплофізичних та хімічних складників різних видів палива для апробації комбінованих установок опалення. Досліджено види теплових насосів та сонячних колекторів для паросилових задач.

Розроблено підхід до проектування уніфікованих теплотехнічних пристроїв на базі локальної сировини, який заснований на розрахунках теплопродуктивності палива, оцінці економічної ефективності екологічних заходів для робочих та критичних умов.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС, ВТРАТИ, РЕЖИМ, ВОЛОГИСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, БІОГАЗ, ЕНЕРГООЩАДНІСТЬ.

SUMMARY

Sheremetiev Ye. O. Research on the use of heat sources in the autonomous heat and power complex.

Qualifying final work for obtaining a master's degree in higher education by specialty 144 – Thermal Power Engineering, scientific supervisor O. M. Nazarenko. Zaporizhzhia National University. Engineering Institute. Faculty of Energy, Electronics and Information Technologies, 2020.

An analysis of the current state of the villainous complex "Villnes" of Malyshivka settlement to maintain the working condition of the heating system and air conditioning in the premises. The state of communications and financial needs for maintenance of technical condition and reliability of equipment operation are estimated. The importance of using agricultural waste products for own heating needs is proven. The technological needs of heating and heat losses of existing equipment are determined, proposals on microclimatic maintenance of premises and the period of their exploitation have been worked out to reduce heat losses, the effectiveness of thermal insulation protection of structures.

The possibility of combining natural and alternative fuels to reduce overhead costs and the possibility of controlling technological indicator values was explored. The method of indicator measurement of geometric indices of buildings designs for assessing the state of energy efficiency has been developed. Laboratory measurements of thermophysical and chemical components of different types of fuel for testing of combined heating installations are carried out. The types of heat pumps and solar collectors for steaming tasks are investigated.

The approach to the design of unified heat engineering devices based on local raw materials, which is based on calculations of thermal productivity of fuel, is

evaluated, and the economic efficiency of environmental measures for working and critical conditions is developed.

Keywords: ENERGY BALANCE, LOSS, MODE, HUMIDITY, TEMPERATURE, HEAT PUMP, ELECTRICITY, BIOGAS, ENERGY.

АННОТАЦИЯ

Шереметьев Е.О. Исследование использования источников тепловой энергии в автономном теплоэнергетическом комплексе.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 144 - Теплоэнергетика, научный руководитель А.Н. Назаренко. Запорожский национальный университет. Инженерный институт. Факультет энергетики, электроники и информационных технологий, 2020.

Выполнен анализ текущего состояния животноводческого комплекса «Вилнес» поселка Малышевка для поддержки работоспособного состояния системы кондиционирования в помещениях. Оценено состояние коммуникаций и финансовые потребности по поддержке технического состояния и надежности эксплуатации оборудования. Доказано, важность использования сельскохозяйственных отходов производства для собственных нужд отопления. Определены технологические нужды отопления и теплопотери существующего оборудования, разработаны предложения по обеспечению микроклимата помещений и срок их эксплуатации для уменьшения потерь теплоты, эффективность теплоизоляционной защиты конструкций.

Исследована возможность комбинирования природных и альтернативных видов топлива для снижения накладных расходов и возможности контроля технологических индикаторных значений. Разработана методика индикаторного измерения геометрических показателей конструкций зданий для оценки состояния энергоэффективности. Проведены лабораторные измерения теплофизических и химических составляющих различных видов топлива для апробации комбинированных установок отопления. Исследованы виды тепловых насосов и солнечных коллекторов для паросиловых задач.

Разработан подход к проектированию унифицированных теплотехнических устройств на базе локального сырья, основан на расчетах тепловой мощности топлива, оценке экономической эффективности экологических мероприятий для рабочих и критических условий.

Ключевые слова: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС, ПОТЕРИ, РЕЖИМ, ВЛАЖНОСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА, ТЕПЛОВОЙ НАСОС, ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ, БИОГАЗ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.

ЗМІСТ

ВСТУП	
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	
1.1 Загальні положення про підприємство.....	
1.1.1 Об'єкт діяльності підприємства.....	
1.1.2 Годування свиней.....	
1.2 Технологічні параметри утримання свиней.....	
1.2.1 Температура повітря.....	
1.2.2 Вологість повітря.....	
1.2.3 Якість доступність води.....	
1.2.4 Норми площі на 1 голову.....	
1.3 Ефективність витрат з типовим насосом.....	
1.4 Сонячні колектори.....	
1.5 Вітрогенератори.....	
1.6 Електричний котел.....	
2 ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОНОМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПАЛЕННЯ ФЕРМИ.....	
2.1 Дослідження індикаторних показників вертикального вітроагрегату.....	
2.2 Визначення габаритних розмірів.....	
2.3 Визначення геометрії вітроколеса.....	
2.4 Порівняння з експериментальними даними.....	
2.5 Розрахунок газогенераторної установки.....	
2.6 Розрахунок опалювально-вентиляційної установки і енерговитрат на теплопостачання комплексу.....	
2.6.1 Розрахунок повітрообміну і туплової потужності системи опалення.....	
2.7 Визначення річної витрати палива на теплопостачання комплексу.....	

2.7.1 Витрати теплоти на гаряче водопостачання тваринницького приміщення.....	
2.7.2 Річні витрати теплоти для створення мікроклімату в тваринницькому приміщенні.....	
2.8 Розрахунок параметрів біогазової установки.....	
2.8.1 Вибір технологічної схеми.....	
2.8.2 Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів.....	
2.8.3 Визначимо розміри метантанка.....	
2.8.4 Визначення середньомісячної кількості виробленого біогазу..	
2.8.5 Розрахунок показників енергетичної ефективності біогазової установки.....	
2.9 Розрахунок сонячної електростанції.....	
2.9.1 Дані для розрахунку.....	
2.9.2 Вплив теплообмінника розділяючого колектор та бак-акумулятор.....	
2.10 Розрахунок навантаження тепlopостачання.....	
2.10.1 Розрахунок навантаження опалення.....	
2.11 Розрахунок навантаження горячого водопостачання для січня.....	
2.12 Розрахунок тепlopостачання для січня.....	
2.13 Розрахунок довгострокових характеристик ССТ для січня.....	
2.14 Розрахунок економічних параметрів ССТ.....	
3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СВИНОФЕРМИ..	
3.1 Шафа АСУ процесом вирощування поросят.....	
3.2 Дистанційне автоматизоване управління елеватором.....	
3.3 Контроль систем супровідного обігріву.....	
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
4.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	
4.2 Заходи з поліпшення умов праці.....	
4.3 Виробнича санітарія.....	

4.3.1	Природне і штучне освітлення.....	
4.3.2	Вентиляція.....	
4.3.3	Опалення.....	
4.4	Електробезпека.....	
4.5	Пожежна безпека.....	
4.5.1	Характеристики виробництва за небезпекою.....	
4.5.2	Засоби гасіння пожеж.....	
4.6	Розрахунок захисного заземлення.....	
5	ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ.....	
5.1	Визначення собівартості альтернативної енергетики.....	
5.2	Визначення собівартості електроенергії сончної станції.....	
5.3	Визначення собівартості електроенергії біогазової станції.....	
5.4	Визначення середньої собівартості електричної енергії.....	
	ВИСНОВК	
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	

ВСТУП

В теперішній час можна спостерігати значний інтерес до дослідження та використання альтернативних джерел енергії. Насамперед це пов'язано з великою необхідністю охорони навколишнього середовища. Рушійною силою цього процесу являються виникаючі зміни в енергетичній політиці країни із структурою перебудови паливно-енергетичного комплексу, пов'язаною з екологічним станом, який виникає в наш час як перехід на енергозберігаючі та ресурсозберігаючі технології в енергетиці, так і в промисловості та житловому комплексі.

Метою дипломного проекту – є можливість заміни існуючої системи опалення свиноферми ТОВ «Вілнес» за допомогою газового котла на альтернативному опаленні.

Біопаливо – це екологічно чисте паливо, яке отримується з поновлювальної сировини, тобто сільськогосподарських відходів та продукції.

Біопаливо не призводить до забруднення навколишнього середовища. Його застосування дозволяє значно зменшити викиди до атмосфери з одночасною утилізацією відходів сільськогосподарського виробництва, що обусловлює отримання економічного та екологічного ефекта. Перероблена біомаса використовується як добрива для полів і виробництва компосту.

Виробництво біогазу проводиться у спеціальних реакторах. В процесі анаеробного бродіння руйнуються хімічні сполуки, внаслідок чого відбувається мінералізація основних елементів початкової сировини (фосфор, азот). Таким чином, робиться очищення від отруйних речовин, хвороботворних бактерій і інших забрудників.

Виробництво біогазу дозволяє запобігти викидам метану в атмосферу. Метан робить вплив на парниковий ефект у 21 раз сильніше, ніж CO₂, і знаходиться в атмосфері 12 років. Захоплення метану – кращий короткостроковий спосіб відвертання глобального потепління.

Анаеробний процес значною мірою залежить від температури, чим тепліше, тим швидше швидкість і міра реакції. Для кращого обігріву реактора можна використати "тепличний ефект". Для цього встановлюють дерев'яний або металевий каркас над реактором і покривають поліетиленовою плівкою.

Головна вигода від використання біопалива для опалення цеху – це енергетична незалежність. Будівництво біогазової установки виходить дешевше, ніж прокладання газопроводу та ліній електропостачання.

Переробка біопалива дає одночасно та в більшій кількості:

- біогаз;
- електричну енергію;
- тепло;
- добрива.

Основні переваги біопалива:

- доступність, особливо для свиноферми;
- зменшення викидів до атмосфери метану (парниковий газ);
- зменшення кількості спалюваного вугілля, дрів або палива для вироблення електроенергії;
- зменшення скиду до навколишнього середовища забруднених вод;
- очищення атмосфери від продуктів згорання вугілля;
- зменшення забруднення повітря азотистими з'єднаннями, дезодорування повітря.

Проект забезпечує впровадження технології корисної утилізації відходів виробництва свиномплексу, скорочення споживання природного газу, управління енергозбереженням, а також оптимальні екологічні стандарти виробництва.

Проект по впровадженню альтернативного опалення окупиться, тому що немає потреби платити за газ, електричну енергію, теплу воду, добрива.

Актуальністю даної роботи є пошук альтернативного комбінованого опалення з урахуванням проектування системи опалення та використання можливих відходів комплексу для досягнення сприятливого мікроклімату.

Мета і завдання досліджень. Розробка пропозицій, щодо створення варіанту автономного опалення комплексу селища Лукашево».

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідження поточних витрат на організацію роботи об'єкту та можливості опалення основних та додаткових приміщень за допомогою відходів, розробити техніко-економічне обґрунтування різних систем опалення та гарячого водопостачання;

- створити необхідні комфортні температурні умови для співробітників комплексу та тварин;

- запроектувати систему опалення, розрахувати систему опалення, підібрати обладнання;

- провести дослідження нахилу та проекції лопатей вітроагрегатів для досягнення економічного ефекту;

- визначити умови експлуатації та технічне обслуговування систем;

- визначити фізично небезпечні і шкідливі виробничі фактори при монтажі систем;

- провести економічне дослідження тривалості окупності та можливого економічного ефекту для різних видів обладнання на території комплексу.

Об'єктом дослідження є гібридна система опалення комплексу.

Предметом дослідження є забезпечення санітарних умов для життя тварин та праці співробітників комплексу.

Методи дослідження. В роботі використовувалися теоретичні методи дослідження. При інформаційно - аналітичному дослідженні методів і обладнання систем опалення та гарячого водопостачання .

Результати досліджень доповідались на XII Міжнародній науково-практичній конференції секції Енергетика в ЗДІА, 2018 рік; XIII Міжнародній науково-практичній конференції секція Енергетика, ІІ ЗНУ,

2019; Науково-практичній конференції Харківський національний університет будівництва та архітектури, 2019 рік.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота включає вступ, п'ять розділів, висновки та перелік джерел і посилань з 36 позиції. Загальний обсяг складає сторінки, у тому числі ілюстрацій та таблиць.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні положення про підприємство

Лукашеве – селище Лукашівської сільської ради Запорізького району, Запорізької області, Україна. Адміністративний центр Лукашівської сільської ради, в який, крім того, входять села Кірове, Придніпровське і Радянське.

Село Лукашова знаходиться на лівому березі річки Томаківка, вище за течією на відстані в 1,5 км розташоване село Петропавлівка, нижче за течією на відстані в 4,5 км розташоване село Широке. Річка в цьому місці пересихає, на ній зроблено кілька загат. Поруч проходить автомобільна дорога Н-08.

ТОВ «Вілнес» працює в двох напрямках:

- розведення і продаж свиней;
- рослинництво.

Свиноферма ТОВ «Вілнес» розташована в с. Лукашево, на території сільської ради Запорізького району Дніпропетровської області.

Основними спорудами свинокомплексу є:

- забійний цех;
- слюсарний цех;
- будинок тваринників;
- кормоцех;
- корпус №1;
- корпус №2;
- корпус №3;
- корпус №4;
- корпус №5.

Розташування приміщень та споруд виконано з урахуванням безпечних протипожежних розривів згідно ДБН-2.75-2013.

Місцевість - рівнинна.

Переважаючі вітри-східні і південно-східні, із середньорічною швидкістю 4,6 м/с.

Глибина промерзання ґрунту - не більше 0,5 м.

Максимальні температури: влітку - 30° С; взимку - -27° С.

До всіх приміщень і споруд розташованим на території свиноферми прокладені дороги з твердим покриттям.

У робочий час на території птахокомплекси може перебувати - до 29 чоловік робітників.

Основним продуктом діяльності підприємства є вирощування пород свиней типу бекон

Ферма має 4000 голів свиней.

1.1.1 Об'єкт діяльності підприємства

Свині володіють високим багатоплідністю. За один опорос свиноматка приносить 10-12 і більше поросят. Нетривалий період вагітності (супоросності) - 114-116 днів і лактації 3-4 тижні (в умовах присадибного господарства може бути ще коротшим) дозволяє при хорошому годуванні і догляді одержувати за рік від свиноматки по два з зайвим опоросу і вирощувати 20-25 і більше поросят. За рахунок високої біологічної скороспілості свинки готові до відтворення у віці 8-9 місяців при живій масі по-120 кг. Свині відрізняються високою господарської скоростиглістю. У віці 6-8 місяців тварини досягають живої маси (100...120) кг. Таким чином, за один опорос від однієї свині можна отримати (10...12) ц свинини в живій масі. У порівнянні з іншими видами сільськогосподарських тварин свині значно краще оплачують корми приростом продукції. При інтенсивному відгодівлі на 1 кг приросту живої маси свиней витрачається всього (4...4,5) корм, одиниці, а крупного рогатої худоби - 9-10 і більше. Свині мають найвищий забійний вихід продукції (відношення маси їстівних частин туші до передзабійної маси). Так, при відгодівлі молодняка до живої маси 100 кг забійний вихід становить близько 73%, а при відгодівлі до (130...150) кг - 80 % і більше. Дуже цінним властивістю свиней є їх всеїдність. Для годівлі

цих тварин можна використовувати найрізноманітніші корми рослинного і тваринного походження, як концентровані, так і об'ємні, соковиті, харчові залишки кухонь та їдалень, різні відходи м'ясної, рибної та харчової промисловості. Слід зазначити, що поряд з перерахованими біологічними особливостями для свиней характерна висока калорійність і біологічна повноцінність м'яса і сала. Так, в 1 кг м'яса міститься близько 2500 калорій. Свиняче м'ясо ніжне, соковите і володіє хорошими дієтичними якостями.

1.1.2 Годування свиней

Беконом називають особливим способом просолену і прокопчену молоду свинину. Виробництво першокласного бекону можливо лише з туш свиней так званого беконного типу, правильно відгодованих в молодому віці.

При відгодівлі свиней на бекон до поголів'я тварин, кормів і режиму годування пред'являються більш високі вимоги, ніж при м'ясній відгодівлі. Для беконної відгодівлі відбирають здорових, великих, добре розвинених поросят.

На беконний відгодівлю ставлять поросят у віці 3 місяця живою масою близько 30 кг і закінчують у віці (6...7) міс. з масою тіла (90...100) кг. При цьому товщина шпигу над остистими відростками 6-7-го грудних хребців, не рахуючи товщину шкіри, повинна бути (1,5...3,5) см. Призначені для беконної відгодівлі свинки і боровки повинні мати довгу рівну спину, підтягнутий живіт, добре розвинені окости і тонку неушкоджену шкіру. Кастрація хрячків повинна бути проведена до 2-місячного віку. При більш пізньої кастрації їх м'ясо на бекон не придатне.

Беконний відгодівлю поросят проводять у два періоди: у віці з 3 до 5 місяців до живої маси (50...60) кг і віком з 5 до 7 міс до живої маси (90...100) кг. У перший період середньодобовий приріст повинен становити не менше 500 г для забезпечення інтенсивного росту м'язової і кісткової

тканини, у другій (600...700) г з метою отримання високоякісного бекону при високій оплаті корму продукцією.

Характерною особливістю беконної відгодівлі є більш високі вимоги до виду і якості кормів. Це пов'язано з впливом кормів на смакові якості бекону і появою найбільш частого і самого серйозного пороку бекону - м'якості. Тому в другій період відгодівлі свиней, починаючи з 5-місячного віку, в раціоні зменшують до мінімуму (не більше 5 % за поживністю) зміст рибного борошна, сої та інших кормів, що створюють специфічний присмак бекону. В останні 20-30 днів відгодівлі такі корми повністю виключають з раціону. Корми, багаті легкоплавким жиром (овес, кукурудза, соя, макуха та ін.), і водянисті корми сприяють виникненню м'якості бекону, перші - тим, що при згодовуванні в свинячий жир переходить велика кількість тригліцеридів жирних кислот (в першу чергу олеїнової), другі - тим, що збільшують вміст води в свинині. Тому не слід давати беконним свиням багато кормів з високим вмістом води і рослинних жирів. У цьому випадку на 1 кг живої маси в раціоні повинно міститися не більше (0,5...0,7) г жиру на початку відгодівлі і в два рази менше в кінці відгодівлі.

До зернових кормів, що сприяє отриманню високоякісного бекону, відносяться ячмінь, жито, просо, горох, люпин, вика, а також обрат, пахта, молочна сироватка, соняшниковий шрот та ін. Корми, що негативно впливають на якість беконної свинини, згодовують свиням в обмеженій кількості або виключають з раціону за місяць до кінця відгодівлі. До таких кормів відносяться макухи, рибні відходи і жирна рибне борошно, меляса, висівки, овес, соя, кукурудза та інші при введенні в раціон у кількості понад 30-35 % з енергетичної поживності. Здобуття якісної бекону сприяють соковиті і зелені корми, а також трав'яна мука бобових рослин.

Орієнтовна структура кормових раціонів для свиней при беконній відгодівлі наступна (% за поживністю): в зимовий сезон для першого періоду відгодівлі - концентрати - 60-65, коренеплоди - 20-25, обрат - 10, трав'яний борошно - 3-5, для другого періоду - концентрати - 70-75, коренеплоди - 10-

15, обрат - 10, трав'яний борошно - 3; в літній сезон для першого періоду - концентрати - 70-80, обрат - 10, зелені корми -10-20, для другого періоду - концентрати - 75-80, обрат - 10-15, зелені корми - 10. В якості концентратів можна використовувати комбікорми-концентрати заводського виробництва (КК-56), призначені для беконної відгодівлі свиней.

Раціони свиней при беконній відгодівлі ретельно балансує по обмінній енергії, амінокислотах, вітамінах та мінеральних речовинах відповідно до норм потреби свиней при м'ясній відгодівлі. Недолік хоча б одного з цих показників призводить до появи різного роду захворювань, зниження приросту, перевитрати кормів, Подовженню термінів відгодівлі та погіршення якості бекону.

При використанні в раціоні зернофуражного суміші до складу раціону включають БВМК в кількості (15...20) % по масі або балансують кормові добавки: вітамінні препарати, солі мікроелементів, ККЛ, синтетичні амінокислоти та ін.

Найефективнішим способом відгодівлі свиней на бекон є відгодівля на повнораціонних комбікормах, які виробляє комбікормова промисловість.

При беконній відгодівлі свиней годують 2 рази на добу. Прирости свиней при цьому бувають не нижче, ніж при 3 - 4-разовому годуванні. Інтенсивність росту беконного молодняка знижується, якщо корм роздають 1 раз на добу. При використанні раціонів зі значним рівнем соковитих кормів і трав'яного борошна кращі результати за інтенсивністю росту бувають при 3 - разовому годуванні на добу [1].

1.2 Технологічні параметри утримання свиней

Утриманню свиней приділяється особлива увага. Так, для досягнення максимальної ефективності забезпечено гарні умови утримання, хороший догляд і застосовуються сучасні технології утримання на всіх етапах виробництва.

Технологічні параметри утримання свиней, що вимагають особливо ретельної уваги:

- температура, мікроклімат;
- вологість повітря;
- якість, доступність води;
- кількість голів у групі;
- площа з розрахунку на 1 голову;
- підстилка (наявність, якість).

1.2.1 Температура повітря

У свинарстві велика увага приділяється мікроклімату і температурі повітря в свинокомплексі. Ці два фактори можуть значно вплинути на продуктивність поголів'я, ріст і розвиток. Існує таблиця оптимальних температурних діапазонів, якої необхідно дотримуватись (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Прийнятні діапазони температур залежно від статевікової групи

Поло-вікова група свиней	Оптимальний температурний діапазон, ° С	Верхня критична точка, ° С	Нижня критична точка, ° С
Ремонтні свинки	15 – 17	30	4
кнури	13 – 18	26	10
свиноматки супоросні підсисні	13 – 18 18 – 22	26	6
новонароджені поросята	30 – 31	35	21
Поросята-від'ємиші	18 – 20	34	14
Свині на відгодівлі, від 25 до 45 кг	17 – 19	32	8
Свині на відгодівлі, від 45 до 80 кг	15 – 17	31	5

Так, при високій температурі повітря в приміщенні, при задусі у свиней може трапитися перегрів тіла, який може погіршити апетит і знизити поєдаємость корму, що сакажется на середньодобових приростах. Якщо у свинарнику холодно, то тварини будуть витратити більше енергії на самосогревание, що призведе до збільшення поїдання кормів і збільшить витрати на годування і знизить окупність у вигляді приросту живої ваги. Протяги, погана якість підстилки і висока вологість призводять до зниження продуктивності і збільшення захворюваності.

1.2.2 Вологість повітря

Для підтримки оптимального мікроклімату в свинарнику необхідна автоматична і чітка робота системи вентиляції. У добре вентиляваному приміщенні знижується рівень вмісту пилу і бактерій. Необхідно постійно стежити за вмістом аміаку в повітрі. Концентрація аміаку у свинарнику не повинна перевищувати 0,02 м/л, сірководню 0,015 мг/л, вуглекислого газу - 0,2 %. Підвищена і висока вологість повітря посилює негативну дію низьких температур. Організм тварини починає витратити більше енергії на само зігрів. При переохолодженні виникають простудні захворювання. Організм тварин затримує тепло, викликаючи млявість, знижує імунітет, сповільнюючи обмін речовин і викликає захворювання ЖКТ. Знизити вологість повітря можна за допомогою негашеного вапна (6...10) %. Для зниження підвищеної вологості необхідно регулярно чистити верстати, регулярно видаляти гній.

Система вентиляції повинна забезпечувати постійний приплив повітря в приміщення, де утримуються тварини. При цьому швидкість руху повітря в приміщенні з тваринами не повинна перевищувати 0,4 м/с влітку і 0,15 м/с взимку. У різний час року на 100 кг живої маси приплив свіжого повітря повинен розраховуватися в такому співвідношенні:

- у зимовий час - 35 м³/рік;

- у літній час - 60 м³/рік;
- навесні, восени - 45 м³/рік.

1.2.3 Якість доступність води

При масовій відгодівлі свиней в промислових масштабах необхідно подбати про автоматичні системі напування свиней. Залежно від віку в свинарстві використовуються чашкові і соскові поїлки. Доступ до води у свиней має бути цілодобовим, а вода повинна бути чистою, без домішок, і запаху. При нестачі води у свиней знижується апетит, а відповідно знижується поєдаємість кормів і їх засвоюваність. Оптимальна температура води повинна бути (12...15) ° С. У літній час необхідно збільшити норму напування на 25 %. Норми напування свиней представлено в таблиці 1.2 .

Таблиця 1.2 - Норми напування свиней на добу

Кнури-виробники, літри на добу	25
Холості, супоросні свиноматки, літри на добу	25
Підсисні свиноматки, літри на добу	60
Поросята - від'ємиши, літри на добу	5
Свині на відгодівлі, ремонтний молодняк, літри на добу	15

1.2.4 Норми площі на 1 голову

Наводимо таблицю (див. табл. 1.3) для визначення оптимальної норми площі для утримання свиней різних статево - вікових груп. Норми площі на 1

голову засновані на тому, щоб у тварини було достатньо місця для відпочинку, годування [2].

Таблиця 1.3 - Норми площі на 1 голову

Поло-вікова група	Вага, кг	Площа на 1 голову в м ²
Поросята	до 10	0,15
Поросята на дорощуванні	30-50	0,40
Свині на відгодівлі	50-85	0,55
Свині на відгодівлі	85-110	0,65
Свині на відгодівлі	від 110	1
Свиноматки холості, супоросні при груповому утриманні	1,5 (без зони годівлі)	
Свиноматки холості, супоросні при індивідуальному змісті	2,1·0,6 (станок без кормушки)	
Супоросні свиноматки	2,4·0,85 (станок)	
Кнури	6	
Клітка для злучки	10	

1.3 Ефективність витрат з тепловим насосом

Теплові насоси на сьогоднішній день є прогресивним технологічним устаткуванням, здатним витягувати енергію з відновлюваних природних джерел. Працездатність даних систем базується на наявності низькопотенційного тепла в землі, повітрі, ґрунтових водах і водоймах, яке потім перетворюють в високопотенційне, здатне обігріти будівлі і нагріти воду.

Екологічно чистий метод опалення та кондиціонування як для довкілля так і для людей, що знаходяться в приміщенні. Застосування теплових

насосів - це заощадження непоновлюваних енергоресурсів і захист довкілля, в тому числі і шляхом скорочення викидів CO₂ в атмосферу.

Теплові насоси, здійснюючи зворотний термодинамічний цикл на низькокипящие робочому речовині, черпають поновлювану низькопотенційну теплову енергію з навколишнього середовища, підвищують її потенціал до рівня, необхідного для теплопостачання, витрачаючи в 1,2 - 3 рази менше первинної енергії, ніж при прямому спалюванні палива.

Теплові насоси значно економічні, ніж звичайне опалення. Витрати на експлуатацію таких насосів можуть бути в три рази нижче в порівнянні з іншими системами. Фактично, при роботі теплових насосів не потрібно проводити технічне обслуговування. На відміну від систем опалення, що працюють на нафті і газі, не потрібно проводити регулярні перевірки за допомогою служби інспекції димоходів та / або проводити роботи з технічного обслуговування із залученням техніків.

Для теплових насосів не потрібно мати димову трубу або цистерну для нафти. Також вам не буде потрібно витратити великі гроші на підключення газопроводу. При аналізі загальних витрат при експлуатації різних систем опалення необхідно враховувати зазначену економію коштів.

Тепловий насос здатний, використовуючи високопотенціальні джерела енергії, «накачати» в приміщення від 200 % до 600 % низькопотенційної теплової енергії.

Тому застосування теплових насосів для обігріву приміщень набагато ефективніше газових котлів. Сучасні газотурбінні установки на електростанціях мають ККД, істотно перевищує ККД газових котлів.

Три четверти теплової енергії отримується безкоштовно з навколишнього середовища. Енергія навколишнього середовища є енергією сонця. Теплові насоси використовують безкоштовні енергоносії - навколишнє повітря, воду або землю. Тепловий насос піднімає отриману за допомогою теплообмінників енергію навколишнього середовища на необхідний для опалювальних цілей температурний рівень.

Система виключно довговічна і прослужить від 25 до 50 років без особливої уваги до себе.

Тепловий насос може використовуватися для ефективного збору і зберігання тепла, що генерується в ході виробничих процесів у свинарнику. Утилізація теплової енергії ґрунту та гною забезпечує значну економію витрат у порівнянні з системами мазутного опалення. Система опалення з використанням теплового насоса покращує умови утримання свиней, а також умови праці співробітників свиноферми.

Тепловий насос, встановлений у свинарнику, збирає теплову енергію, отриману від ґрунту, гною та охолодження приміщень. Основною перевагою застосування теплового насоса полягає низька вартість експлуатації.

Система теплового насоса також може бути використана для охолодження жолоби для видалення гною, за рахунок чого досягається значне зниження кількості аміаку в повітрі. Охолодження відстійників для гною знижує неприємні запахи в приміщенні для утримання тварин приблизно на одну третину. Це забезпечує явні переваги, наприклад, при отриманні дозволів природоохоронних органів при будівництві нових свинарників.

Тепловий насос збирає та зберігає відновлювану теплову енергію з ґрунту і гною. Тепло, що виділяється відповідними джерелами, залишається відносно незмінним протягом усього року і може бути скориговано за допомогою технології теплових насосів. Економія забезпечується за рахунок функції корисності, яка виражається співвідношенням енергії, необхідної для роботи теплового насоса, і енергії, виробленої ним, тобто температурним коефіцієнтом, який, як правило, забезпечує 2-4-кратне збільшення.

Опалювальне обладнання та системи трубопроводів вбудовані в контур збору тепла, утворюючи систему, здатну збирати і акумулювати теплову енергію. Компресорна технологія дозволяє збільшити цей теплову енергію вище 100 градусів, потім тепло передається в бак-акумулятор гарячої води через теплообмінник. Отримана енергія використовується для обігріву

приміщення для утримання тварин, а також подачі питної і гарячої води, наприклад, для прибирання приміщення.

Розмір конденсатора і пароперегрівача системи вибирається відповідно до кількості тварин:

- а) 1000 свиней => 40 кВт;
- б) 2000 свиней => 60 кВт;
- в) 3000 свиней => 80 кВт.

1.4 Сонячні колектори

Найбільш потужним джерелом енергії для людства є Сонце, яке буде світити ще щонайменше 3-4 мільярди років. Річна кількість сонячної енергії майже в 15 000 разів перевищує потреби населення нашої планети, проте лише незначна її частина використовується на господарські потреби. Для перетворення сонячної енергії в теплову використовують сонячні колектори (геліосистеми).

Сонячний колектор (геліоколектор) – це пристрій, який призначений для поглинання сонячної енергії, яка переноситься видимим та ближнім інфрачервоним випромінюванням та для подальшого її перетворення в теплову енергію, придатну для використання.

Насправді суть роботи сонячних колекторів доволі проста. Будь-який сонячний колектор, незалежно від його типу чи конструкції, перетворює енергію Сонця в теплову енергію для опалення, гарячого водопостачання, нагрівання басейну тощо. Втім, геліосистеми з використанням високоефективних вакуумних сонячних трубок здатні працювати цілий рік на відміну від плоских геліоколекторів. Вакуумна теплова трубка виготовляється зі спеціального зміцненого боросилікатного скла. Зовнішня труба такого колектора є прозорою, а внутрішня - покрита високоякісним селективним покриттям, яке забезпечує максимальне поглинання сонячного тепла при мінімальному рівні рефлексії (тобто, мінімальному рівні відбиття

сонячних променів назад у атмосферу). Для уникнення теплових втрат між зовнішньою та внутрішньою трубками передбачено вакуум. Для того, що підтримувати вакуум, застосовують барієвий газопоглинач, який в виробничих умовах підлягає впливу високих температур. Через це нижній край вакуумного термосу покривається шаром чистого барію, який поглинає CO, CO₂, N₂, O₂, H₂O та H₂, що можуть виділятися з труби в процесі зберігання та експлуатації. Цей шар є дуже добрим візуальним детектором стану вакууму в трубці геліоколектора. Цебто, коли вакуум порушується, барієвий шар зі сріблястого робиться білим. Такий індикаторний механізм дає можливість легко визначити, чи ціла труба в вакуумному сонячному колекторі, а чи має тріщину.

Абсорбування сонячного тепла проходить у мідній трубці, яка розташована всередині вакуумної труби. Спосіб передачі тепла від мідної трубки до головного теплопроводу сонячного колектора також простий. Мідна труба є порожнистою і містить всередині запатентовану неорганічну й зовсім нетоксичну рідину. При нагріванні ця рідина закипає і починає випаровуватися. Це відбувається навіть при мінусових температурах, оскільки в трубці, як ви пам'ятаєте, створено вакуум. Нагріта пара піднімається до верхнього наконечника (конденсатора) теплової трубки, де передає тепло теплоносію (антифризу), що циркулює в трубці теплопроводу. Потім пара конденсується й стікає вниз - процес починається знову. Сонячний водонагрівач з вакуумними трубами показує задовільні результати навіть у хмарні дні, тому що труби сонячного колектора здатні поглинати енергію інфрачервоних променів, які проходять через хмари. Завдяки ізоляційним властивостям вакууму вплив вітру та низьких температур на роботу вакуумних трубчатих геліоколекторів абсолютно нівелюється у порівнянні з плоскими геліоколекторами. Системи на основі вакуумних сонячних колекторів успішно нагрівають воду, навіть коли на вулиці – 35 °С.

Теплообмін в тепловій трубці сонячного колектора. Труби геліоколектора мають круглу форму, завдяки чому кількість сонячної енергії,

яка падає на сонячний колектор практично не змінюється протягом дня. Саме тому загальна кількість сонячного випромінювання, яке поглинає геліоколектор є значно більшою, якщо порівнювати таку систему з плоским сонячним колектором. Така форма труб забезпечує чудове поглинання енергії оскільки сонячні промені завжди падають на поверхню вакуумного сонячного колектора строго під прямим кутом, при цьому відбивання зводиться до мінімуму. Труби розміщуються в колекторі паралельно одна одній, кут їх нахилу відносно горизонту залежить від географічної широти місцевості, де встановлюється сонячна система опалення. Правильно орієнтовані трубки протягом дня пасивно рухаються за сонцем. Такий сонячний водонагрівач зовсім не вимагає обслуговування під час експлуатації: ми, компанія Прогрес- XXI даємо на геліосистеми гарантію.

Сонячна система також є простою у ремонті: якщо виникне така потреба, вакуумну трубку можна легко поміняти, не зупиняючи при цьому сонячний колектор. При необхідності трубки можна додавати (при недостатці тепла) чи частково знімати (якщо тепло поглинається в надлишку), зменшуючи геліополе, що, зауважте, абсолютно неможливо в геліосистемах з плоскими колекторами.

Геліоколектори відмінно справляються з завданням забезпечення будинку гарячою водою, підігрівом басейнів, теплиць, працюють в системах вентиляції, кондиціонування та опалення будівель.

1.5 Вітрогенератори

Вітрогенератори - вид енергетичного обладнання, що викликає все більший інтерес.

Вітроелектростанції використовуються на відкритих: поле, острів, морське мілководді, гори. Іноді вітрогенератор обходиться дешевше, ніж дороге підключення до електричних мереж або застосування дизель-генераторів.

Вітрогенератори економлять до 80% витрат на рідке паливо там, де дизельні генератори є основними джерелами електроенергії. Крім того, скорочуються витрати на транспортування і зберігання палива і постачання споживачів електроенергією стає менш залежним від випадкових факторів.

Сучасні вітрогенератори дозволяють економічно ефективно використовувати енергію навіть слабких вітрів зі швидкістю від 4 м/с.

Стаціонарні вітроелектростанції, в змозі забезпечити електроенергією житловий будинок або невелике виробництво, накопичувати електроенергію в акумуляторах для електропостачання при відсутності вітру, можуть комбінуватися з генератором на рідкому паливі (або газі) або батареями фотоелектричних панелей, а також з центральною електромережею.

Потужність електроенергії генерується вітрогенератором пропорційна швидкості вітру зведеної в третю ступінь. Тому потужність вітрогенераторів при слабкому вітрі - Малий. Але з зростання швидкості вітру призводить до різкого зростання потужності генерації. Тому потужність вітрогенератора, є величиною непостійною і необхідний якийсь стабілізуючий елемент. У невеликих автономних вітрогенераторах стабілізуючим елементом є батарея акумуляторів. Тому потужність ветроенератора вибирається виходячи з кількості споживаної за месцев електроенергії.

Сам по собі вітрогенератор визначає тільки кількість виробленої електроенергії за певний проміжок часу при певній середньомісячній швидкості вітру.

Потужність вітроелектростанції може в кілька разів відрізнятися від необхідної пікової потужності навантаження, яка визначає максимальну потужність перетворювача напруги - інвертора. Вертикально-осьові генератори

Вертикально-орієнтований вітрогенератор VAWT. Реальна потужність вертикально-орієнтованого вітрогенератора, майже дорівнює номінальній. Такий вітрогенератор починає стартувати при швидкості вітру від 1.5 м/с, і

його потужність практично дорівнює номінальній при швидкості вітру (3...4) м/с.

При виборі вітроустановки, слід в першу чергу, звернути увагу на середньорічну швидкість вітру в тому місці, де планується установку.

1.6 Електричний котел

Прилад призначений для нагріву електричним струмом теплоносія в момент протікання через нього. Електрокотли, що нагрівають санітарну воду для потреб ГВП, частіше називаються електричними водонагрівачами (електробойлер).

Переваги:

- невисока ціна;
- низькі витрати на монтаж і обслуговування;
- простота і надійність в експлуатації;
- пожежобезпечність (немає відкритого полум'я);
- відсутність продуктів горіння, шкідливих викидів;
- не вимагають спеціального обслуговування, чищення, заміни форсунок;
- настінні електрокотли займають мало місця і не вимагають окремого приміщення для розміщення котла і палива;
- немає експлуатаційних витрат на доставку, зберігання і перевалку палива;
- не вимагається димова труба;
- високий ККД (близько 100 %);
- високий ступінь автоматизації, можливість точного підтримки комфортної або чергової температури в приміщенні;
- в деяких електрокотлах є функція дистанційного GSM управління;
- можливість ступінчатого регулювання потужності котла.

Недоліки електрокотлів:

- відносно висока ціна електроенергії в деяких регіонах;

- можливі перебої з електропостачанням;
- необхідність у доступності великих електричних потужностей;
- в жорсткій воді на тенах осідає накип, під якою їх температура може рости до неприпустимих величин.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОНОМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПАЛЕННЯ ФЕРМИ

Найбільш поширена універсальна форма енергії - електрична. Вона виробляється на електростанціях і розподіляється між споживачами за допомогою електричних мереж комунальними службами. Потреби в енергії продовжують постійно зростати так як цивілізація розвивається. Будь-який розвиток вимагає, перш за все, енергетичних ресурсів, і при існуючих формах національної економіки можна чекати виникнення серйозних енергетичних проблем.

Вибір варіанту енергозабезпечення розглянемо в наступній редакції. Вибір варіанту енергопостачання слід вибирати на основі техніко-економічного порівняння варіантів:

- дизельна електростанція;
- протяжка ЛЕП;
- сонячна електростанція;
- біогазова установка.

Серед запропонованих варіантів електропостачання, протяжка ЛЕП є самим не раціональним варіантом, так як прокладка 1 км ЛЕП коштує 20-25 тисяч доларів. За економічними розрахунками вартість 1 кВт/год вироблюваної дизельною електростанцією в 3 рази вище ніж вітер-сонце-дизельної енергосистемою.

Переваги поновлюються енергоджерел в порівнянні з ДЕС наступні:

- екологічна чистота;
- функціонують без споживання палива;
- мала гучність або повна безшумність роботи;
- автономність роботи.

2.1 Дослідження індикаторних показників вертикального вітроагрегату

Розглянемо розрахунок вітроколеса з вертикальною віссю, що має лопаті, вигнуті по параболі (див. рис. 2.1), з профілями, які представляють собою симетричний профіль Лукашево вісімнадцяти відсоткової товщини. Вихідні дані наведені в таблиці 2.1 та 2.2.

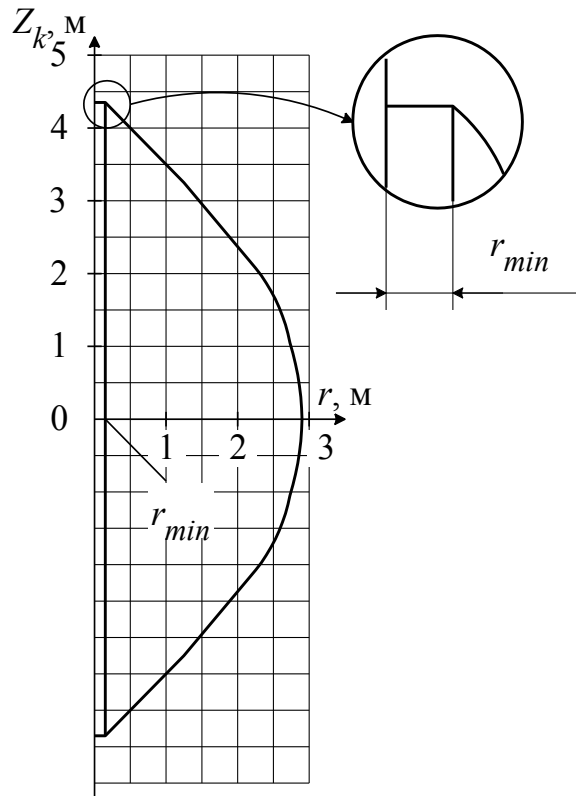


Рисунок 2.1 - Форма лопаті, побудованій по розрахунковим даним

Крок за чисельним інтегруванням по висоті лопаті

$$\overline{ZZ} = \frac{1}{n_z} = \frac{1}{4} = 0,25. \quad (2.1)$$

Відносна висота частини лопаті

$$\overline{Z}_k = k \cdot \overline{ZZ}, \quad k = 0, 1, 2, 3, 4. \quad (2.2)$$

В таблиці 2.1 наведено \overline{Z}_k для п'яти значень k .

Таблиця 2.1 - Значення \bar{Z}_k

k	0	1	2	3	4
\bar{Z}_k	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00

Безрозмірні координати \bar{r}_k і \bar{Z}_k точок кривій, відповідній формі лопаті.

Розглянемо випадок ізогнутих по параболі лопастей (див. рис. 2.2).

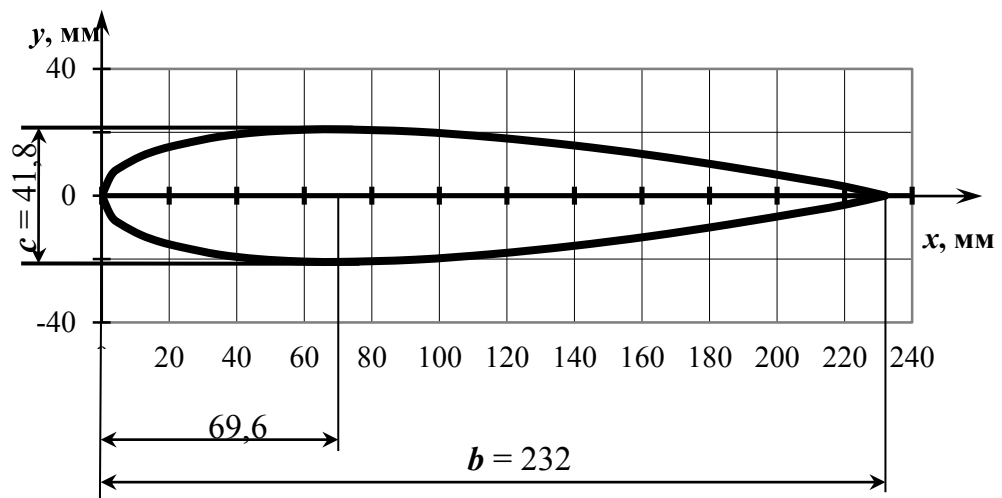


Рисунок 2.2 - Симетричний профіль Лукашево вісімнадцяти відсотковій товщини, хорда $b = 232$ мм

$$\bar{r}_k = 1 - \bar{Z}_k^2, \quad (2.3)$$

де \bar{Z}_k визначається по таблиці 2.1

Величини \bar{r}_k представлені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Значення \bar{r}_k

k	0	1	2	3	4
\bar{r}_k	1,0	0,9375	0,75	0,4375	0

Площа міделева перетину ротору, м²

$$S = \frac{8}{3} \cdot R \cdot h = \frac{8}{3} \cdot R^2 \cdot \bar{h},$$

де

(2.4)

$$\bar{h} = \frac{h}{R}$$

задано в вихідних даних (див. табл. 2.1).

Кут нахилу площини проміжного перетину лопаті к горизонтальній площині

$$\operatorname{tg} \delta_k = \frac{2\bar{Z}_k}{\bar{h}}, \quad (2.5)$$

де \bar{Z}_k визначається по таблиці 2.1;

\bar{h} задано в табл. 2.1, $\bar{h} = 1,5$.

Обраховані значення, які пов'язані з кутом δ_k , приведені в таблиці 2.3 .

Таблиця 2.3 - Параметри, пов'язані з кутом δ_k

k	0	1	2	3	4
tg δ_k	0	0,333	0,667	1,0	1,333
δ_k , град.	0	18,43	33,69	45	53,13
cos δ_k	1,0	0,949	0,832	0,707	0,600

Коефіцієнт додаткової швидкості колеса

$$Z_b(KK) = Z_{b_H} + (Z_{b_K} - Z_{b_H}) \cdot \frac{KK - 1}{n_{всп} - 1}, \quad (2.6)$$

де $KK = 1, 2, \dots, n_{всп}$.

По табл. 2.1: $n_{всп} = 3$, $Z_{b_H} = 1,05$, $Z_{b_K} = 12,05$.

Так як $n_{всп} = 3$, то $KK = 1, 2$ и 3 .

Обрахуємо Z_b для цих значень КК:

$$\text{КК} = 1: Z_b(1) = Z_{bH} = 1,05; \quad (2.7)$$

$$\text{КК} = 2: Z_b(2) = 1,05 + (12,05 - 1,05) \cdot \frac{2-1}{3-1} = 6,55;$$

$$\text{КК} = 3: Z_b(3) = 1,05 + (12,05 - 1,05) \cdot \frac{3-1}{3-1} = 12,05.$$

Розглянемо випадок $Z_b = 6,55$.

Максимальний по модулю кут нахилу проміжного перетину

$$|\alpha_{\max_k}| = \left| \arctg \left(\frac{\cos \delta_k}{\sqrt{(Z_b \cdot \bar{r}_k)^2 - 1}} \right) \right|. \quad (2.8)$$

Для $k = 0, 1, 2, 3, 4$, при $Z_b = 6,55$, для $\cos \delta_k$, взятого з табл. 2.3, и \bar{r}_k , взятого з таблиці 2.2, отримаємо величини $|\alpha_{\max_k}|$ (див. таб. 2.4).

Таблиця 2.4 - Величини $|\alpha_{\max_k}|$

k	0	1	2	3	4
$ \alpha_{\max_k} $, град.	8,78	8,9	9,8	14,75	—

Величини двох азимутальних кутів, відповідних максимальному по модулю куту атаки

$$\theta_{k_1} = \arccos \left(-\frac{1}{Z_b \cdot \bar{r}_k} \right); \quad (2.9)$$

$$\theta_{k_2} = -\arccos \left(-\frac{1}{Z_b \cdot \bar{r}_k} \right) + 360^\circ. \quad (2.10)$$

Величини обрхованих азимутальних кутів приведено в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 - Величини θ_{k_1} и θ_{k_2}

k	0	1	2	3	4
θ_{k_1} , град.	98,78	99,37	101,75	110,42	—
θ_{k_2} , град.	261,22	260,63	258,25	249,58	—

2.2 Визначення габаритних розмірів

Вихідні данні:

- номінальна потужність $N = 1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт}$;
- середньорічна швидкість вітру $V_{\text{ср. год}} = 5 \text{ м/с}$;
- щільність повітря $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$;
- загальний ККД $\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{мех}} \cdot \eta_{\text{эл}} = 0,9 \cdot 0,6 = 0,54$.

Половина відносної висоти колеса в долях радіусу

$$\bar{h} = \frac{h}{R} = 1,5. \quad (2.11)$$

Відносна хорда в долях радіусу

$$\bar{b} = \frac{b}{R} = 0,08. \quad (2.12)$$

Отримана вище розрахункова робоча точка

$$C_p(Z) = 0,22; \quad Z = 6,23.$$

Визначення розрахункової швидкості вітру. Так як задана середньорічна швидкість вітру $V_{\text{ср. год}} = 5 \text{ м/с}$, тобто менше 6 м/с , то визначаємо розрахункову швидкість вітру, м/с

$$V = 2,5 + V_{\text{ср. год}} = 2,5 + 5 = 7,5.$$

2.3 Визначення геометрії вітроколеса

Для вигнутих лопастей площа міделева перетину по (2.8)

$$S_{из} = \frac{8}{3} R^2 \cdot \bar{h} \quad \text{или} \quad S_{из} = \frac{2}{3} D^2 \cdot \bar{h} \quad (2.13)$$

Розрахуємо $D_{из}$, м

$$D_{из} = \sqrt{\frac{N}{C_P \cdot \frac{\rho \cdot V^3}{3} \cdot \bar{h} \cdot \eta_{общ}}} = \sqrt{\frac{1000}{0,22 \cdot \frac{1,2 \cdot 7,5^3}{3} \cdot 1,5 \cdot 0,54}} = 5,77 \approx 5,8 \quad (2.14)$$

(середній з величиною діаметра для ВЕУ з горизонтальною віссю $D=6,5$ м при $C_P = 0,22$).

Максимальний радіус вітроколеса, м

$$R_{из} = \frac{D_{из}}{2} = 2,9 \quad (2.15)$$

Частота обертання колеса, $\frac{об}{мин}$

$$n_{об} = \frac{60 \cdot Z \cdot V}{D \cdot \pi} = \frac{60 \cdot 6,23 \cdot 7,5}{5,77 \cdot \pi} = 154,6 \approx 155 \quad (2.16)$$

Хорда профілю, мм

$$b = \bar{b} \cdot R = 0,08 \cdot \frac{D}{2} = 0,08 \cdot \frac{5,8}{2} = 0,232 \text{ м} = 232 \quad (2.17)$$

Половина висоти колеса, м

$$h = \bar{h} \cdot R = 1,5 \cdot 2,9 = 4,35. \quad (2.18)$$

Форма лопаті

Величина мінімального радіусу, мм

$$r_{\min} = \bar{r}_{\min} \cdot R = 0,1537 \cdot 2,9 = 0,446 \text{ м} = 446. \quad (2.19)$$

Величина Z_{\max} , відповідного r_{\min} , м

$$\bar{Z}_{\max} = \sqrt{1 - \bar{r}_{\min}^2} = \sqrt{1 - 0,1537^2} = 0,988; \quad (2.20)$$

$$Z_{\max} = \bar{Z}_{\max} \cdot h = 0,988 \cdot 4,35 = 4,298 \quad (2.21)$$

(таблиця 2.6 $Z_4 = 4,35$).

Розмірні радіуси перетину лопасті, r_k та значення висоти положення площин перетинів Z_k .

У відповідності с табл. 2.1 та 2.2 за допомогою співвідношень

$$r_k = \bar{r}_k \cdot R = \bar{r}_k \cdot 2,9 \quad \text{и} \quad Z_k = h \cdot \bar{Z}_k = 4,35 \cdot \bar{Z}_k$$

маємо величини r_k и Z_k при $k = 0, 1, 2, 3, 4$ (див. табл. 2.6).

Таблиця 2.6 -Величини r_k и Z_k

К	0	1	2	3	4
r_k , м	2,90	2,72	2,18	1,27	0,00
Z_k , м	0,00	1,088	2,175	3,260	4,350

На рисунку 2.2 зображена форма лопаті, у якій нижня частина симетрична верхній.

Потрібно знайти координати верхньої дуги симетричного профілю Лукашево вісімнадцяти відсоткової товщини (див. табл. 2.7) при хорді

профілю $b = 232$ мм. Координати надано в таблиці 2.7 (нижня дуга симетрична верхній). На рисинку 2.3 вплив профілю лопаті турбіни на потужність вітроагрегату.

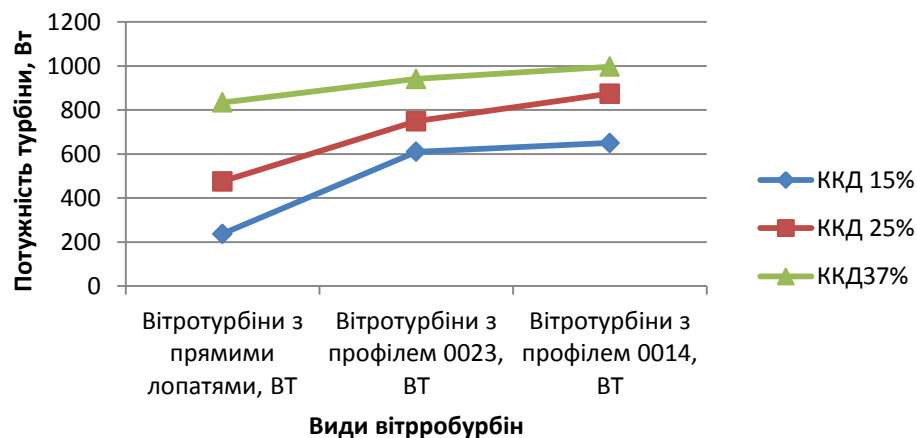


Рисунок 2.3 - Вплив профілю лопаті турбіни на потужність вітроагрегату

Таблиця 2.7 Координати верхньої дуги симетричного профілю Лукашево вісімнадцятивідсотковій товщини при хорді $b = 232$ мм

Номера точок	x, мм	y, мм
1	0	0
2	2,9	6,59
3	5,8	9,09
4	11,6	12,4
5	17,4	14,6
6	23,9	16,3
7	34,8	18,6
8	46,4	20,0
9	58,0	20,7
10	69,6	20,9
11	92,8	20,2
12	116,0	18,4
13	139,2	15,9
14	162,4	12,8
15	185,6	9,1
16	208,8	5,0
17	220,4	2,8
18	232,0	0

2.4 Порівняння з експериментальними даними

По даній методиці та оснований на ній оболонці можливо розрахувати три вида лопатей: прямі вертикальні, наклонні рівні та лопаті, ізогнуті по параболі.

Існуючі експериментальні данні [4] кафедри ТГЕ ЗНУ відносяться до колес з прямими вертикальними лопатями, порівняння розрахункових та дослідних величин проведемо для прямих вертикальних лопатей.

Для розрахунку приймається симетричний профіль Лукашево вісімнадцяти відсоткового товщини, при величині хорди для визначення числа Рейнольдса Re приймаються такими же, як в експерименті роботи: $b = 0,08; 0,10$ и $0,125$ при діаметрі вітроколеса $D = 1,0$ м. Швидкість набігаючого потоку приймається, як в [4], рівній $V_0 = 11$ м /с, коефіцієнт кінематичної в'язкості $\nu = 1,43 \cdot 10^{-5} = 69930$ м²/с.

У відповідності з формулою, корегуючий коефіцієнт K_{Re} по числу Рейнольдса

$$K_{Re} = 1 - 0,3337 \cdot e^{-0,68496 \cdot Re \cdot 10^{-5}},$$

де

$$Re = \frac{V_0 \cdot b}{\nu}. \quad (2.22)$$

Знайдені розрахунковим шляхом C_p слід помножити на K_{Re} .

В таблиці 2.8 дані порівняно величини максимального коефіцієнту потужності $C_{p_{max}}$, розрахованого по даній методиці та отримані експериментально в роботі.

Сучасні вітрогенератори дозволяють економічно ефективно використовувати енергію навіть слабких вітрів зі швидкістю від 4 м/с.

Таблиця 2.8 - Порівняння $C_{P_{\max}}$, розрахованого для вітротурбіни з прямими вертикальними лопастями та профілем Лукашево 0023, с експериментальним $C_{P_{\max}}$

Найменування параметру	Позначки, одиниці виміру	Величини		
Число лопатей	$i_{\text{лоп}}, \text{о. е.}$	3	3	3
Хорда профілю лопаті	$b, \text{м}$	0,08	0,10	0,125
Відносна хорда в долях діаметру	$\bar{b}_D = \frac{b}{D}, \text{о. е.}$	0,08	0,10	0,125
Відносна хорда в долях радіусу	$\bar{b}_R = \frac{b}{R}, \text{о. е.}$	0,16	0,20	0,25
Коефіцієнт заповнення	$\sigma = \frac{i_{\text{лоп}} \cdot b}{D}, \text{о. е.}$	0,24	0,30	0,375
Розрахунковий коефіцієнт $C_{P_{\max}}$ без числа Re	$C_{P_{\max}}$	0,388	0,392	0,383
Число Re по швидкості набігаючого потоку	$Re = \frac{V_0 \cdot b}{\nu}, \text{о. е.}$	$0,615 \cdot 10^5$	$0,769 \cdot 10^5$	$0,962 \cdot 10^5$
Корегуючий коефіцієнт по числу Re	$K_{Re}, \text{о. е.}$	0,781	0,803	0,827
Уточнений розрахунковий коефіцієнт максимальної потужності с урахуванням Re	$C_{P_{\max Re}} = C_{P_{\max}} \cdot K_{Re}$	0,303	0,315	0,317
Експериментальні коефіцієнти $C_{P_{\max}}$	$C_{P_{\max \text{ експер}}}$	0,310	0,361	0,342
Відносна похибка розрахунку	$\varepsilon = \frac{ C_{P_{\max \text{ експер}}} - C_{P_{\max Re}} }{C_{P_{\max Re}}}$	2,3 %	12,7 %	7 %

Проведені розрахунки для профілю Лукашево 0014 та прямих вертикальних лопатей доказують, що коефіцієнти $c_{P_{max}}$ приблизно на 2 % більш, ніж для профілю Лукашево 0023. Слід, відносна похибка буде менш (див. рис.2.4).

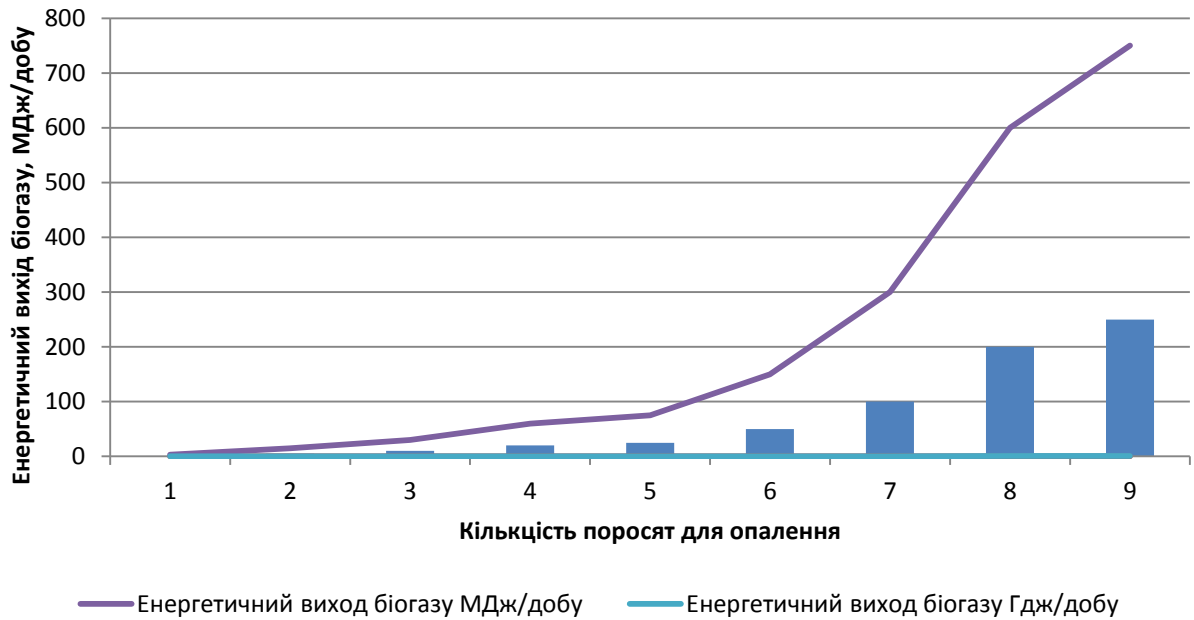


Рисунок 2.4 - Вплив кількості стада поросят для потреб опалення.

2.5 Розрахунок газогенераторної установки

Маса сухого зброджуваного матеріалу, кг/добу

$$m_0 = 0,8 \times 25 = 20, \tag{2.23}$$

де 0,8 кг біомаси від кожної особи;

25 одиниць – кількість особин страусів на фермі.

Вихід синтетичного з сухої біомаси, m^3/kg

$$c = 0,24.$$

Обсяг отриманого синтетичного газу, м³/добу

$$V_B = cm_0 = 0,24 \times 20 = 4,8.$$

ККД пального пристрою $\eta = 0,71$;

Теплота згорання синтетичного газу $H_B = 12$ МДж/м³.

Можливий енергетичний вихід механізму

$$E = \eta \times H_B \times V_B = 0,71 \times 12 \times 10^6 \times 4,8 = 40,89 \text{ МДж/кг.} \quad (2.24)$$

Для метану:

- відсоток метану в біогазі $f_m = 0,6$;

- теплота згорання метану $H_m = 39$ МДж/м³.

Можливий енергетичний вихід обладнання для чистого метану,
МДж/кг

$$E = \eta \times H_m \times f_m \times V_B = \quad (2.25)$$

$$= 0,71 \times 39 \times 10^6 \times 0,6 \times 4,8 = 79,74.$$

Обсяг рідкої маси, м³, (щільність сухого матеріалу: $\rho_m = 50$ кг/м³)

$$V_f = m_0 / \rho_m = 20 / 50 = 0,04. \quad (2.26)$$

Обсяг пристрою біогазогенератору:

- швидкість подачі біомаси $v_f = 2$ кг/добу;

- тривалість перебування чергової порції в генераторі $t_r = 14$ сут, кг

$$V_d = v_f \times t_r = 2 \times 14 = 28. \quad (2.27)$$

2.6 Розрахунок опалювально-вентиляційної установки і енерговитрат на тепlopостачання комплексу

2.6.1 Розрахунок повітрообміну і теплової потужності системи опалення

Розрахунок обсягу припливного повітря визначають з умови розчинення вуглекислоти до допустимої концентрації і гранично-допустимої концентрації і гранично допустимого вмісту водяної пари. В цьому випадку відбувається видалення і інших шкідливих (аміак, сірководень і ін.), Що виділяються в приміщенні в менших кількостях.

Подача припливного повітря, необхідна для зниження концентрації вуглекислоти, обчислюється за формулою, м³/год

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{\sum_{n=i}^k c_i n_i}{c_1 - c_2}, \quad (2.28)$$

де c_i - кількість вуглекислого газу, що виділяється одними тваринам даного виду, л/год;

n_i - кількість тварин даного виду в приміщенні;

k - число видів тварин;

c_1 - гранично допустима концентрація CO₂ в повітрі приміщення, л/м³

c_2 - концентрація CO₂ в зовнішньому повітрі ($c_2 = 0,3 \dots 0,4$) л/м³.

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{47 \cdot 1000}{2 - 0,35} = 28484.$$

Подача припливного повітря, необхідна для розчинення водяної пари, визначається за формулою, м³/год

$$L_w = \frac{W}{d_v \rho_v \varphi_v - d_n \rho_n \varphi_n}, \quad (2.29)$$

де ρ_v, ρ_n - відповідно щільність внутрішнього і зовнішнього повітря при відповідній температурі;

ϕ_v, ϕ_n - відповідно відносна вологість внутрішнього і зовнішнього повітря;

d_v, d_n - вологовміст повітря в приміщенні і зовнішнього повітря, г/кг.

Щільність повітря визначають з такою залежністю, кг/м^3

$$\rho = \frac{346}{273 + t} \cdot \frac{p}{99,3}, \quad (2.30)$$

де p - розрахункове барометричний тиск в даному районі, кПа.

Загальна вологовиділення W , г/год, в приміщенні для утримання тварин визначається за формулою

$$W = W_{\text{ж}} + W_{\text{исп}}, \quad (2.31)$$

де $W_{\text{ж}}$ - вологовиділення від тварин, г/год;

$W_{\text{вип}}$ - вологовиділення з мокрих поверхонь, г/год.

Вологовиділення від тварин визначається за формулою

$$W_{\text{ж}} = n \cdot w \cdot k_t, \quad (2.32)$$

де w - виділення водяної пари одним твариною, г/год.

k_t - коефіцієнт, що враховує зміну кількості виділяємої водяної пари в залежності від температури повітря всередині приміщення.

$$W_{\text{ж}} = 151 \cdot 1000 \cdot 1,35 = 203850$$

Вологовиділення з мокрих поверхонь приміщення, г/год

$$W_{\text{исп}} = \xi W_{\text{ж}}, \quad (2.33)$$

де ξ - коефіцієнт, для корівників рівний 0,1...0,25.

$$W_{\text{вип}} = 0,2 \cdot 203\,850 = 40770.$$

Загальна вологовиділення дорівнює, г/год

$$W = 203850 + 40770 = 244620.$$

Подача припливного повітря, необхідна для розчинення водяної пари дорівнює, м³/год

$$L_w = \frac{244620}{9,5 \cdot 1,189 \cdot 0,7 - 0,8 \cdot 1,378 \cdot 0,85} = 35100.$$

Необхідний повітрообмін L приймається за найбільшою з двох величин L_w і L_{CO_2} . У нашому випадку розрахунковий повітрообмін дорівнює, м³/год

$$L = L_w = 35100$$

Кратність повітрообміну дорівнює

$$k = \frac{L}{V}, \quad (2.34)$$

де V - об'єм приміщення, $V = 6000$ м³.

$$k = \frac{35100}{6000} = 5,85.$$

У тваринницьких приміщеннях слід передбачати повітряне опалення, поєднане з вентиляцією. Теплову потужність системи повітряного опалення

визначають на підставі рівняння теплового балансу, складеного для холодного періоду року [1]

$$\Phi_{\text{от}} = \Phi_{\text{огр}} + \Phi_{\text{в}} + \Phi_{\text{исп}} - \Phi_{\text{ж}}. \quad (2.35)$$

Потік теплоти $\Phi_{\text{ОГРА}}$, що втрачається приміщенням через зовнішні огороження визначається за формулою, Вт

$$\Phi_{\text{огр}} = q_{\text{от}} \cdot V_{\text{п}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \text{ Вт}, \quad (2.36)$$

де $q_{\text{от}}$ - питома характеристика тепловтрат приміщення, [1] Вт/(м² · °С)

$$q_{\text{от}} = 1 \quad (2.37)$$

$$\Phi_{\text{огр}} = 0,407 \cdot 6000 \cdot (18 - (-22)) = 97680.$$

Тепловий потік $\Phi_{\text{в}}$, що витрачається на нагрів припливного повітря, визначаємо за формулою

$$\Phi_{\text{в}} = 0,278 \cdot L \cdot \rho \cdot C_p \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}), \quad (2.38)$$

де ρ - щільність повітря при $t_{\text{в}}$, кг/м³

C_p - питома теплоємність повітря, $C_p = 1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$.

$$\Phi_{\text{в}} = 0,278 \cdot 35100 \cdot 1,223 \cdot 1 \cdot (18 - (-22)) = 237990$$

Потік теплоти $\Phi_{\text{вип}}$ що витрачається на випаровування вологи з мокрих по-поверхонь приміщення визначається за формулою, Вт

$$\Phi_{\text{вип}} = 0,278 \cdot 2,49 \cdot W_{\text{вип}}, \quad (2.39)$$

де 2,49 - прихована теплота випаровування води,

$W_{\text{вип}}$ - маса вологи, що випаровується з поїлок, годівниць і статі, г/м^3

$$\Phi_{\text{вип}} = 0,278 \cdot 2,49 \cdot 40770 = 28222.$$

Потік теплоти $\Phi_{\text{ж}}$ виділяється тваринами, Вт

$$\Phi_{\text{ж}} = n \cdot q \cdot k_t, \quad (2.40)$$

де q - потік вільної теплоти, що виділяється одною твариною, $q = 263$ Вт;

n - кількість тварин;

k_t - поправочний коефіцієнт, що залежить від температури в приміщенні,

$k_t = 0,75$.

$$\Phi_{\text{ж}} = 1000 \cdot 263 \cdot 0,75 = 184\,100.$$

Значить $\Phi_{\text{от}} = 97680 + 237990 + 28222 - 184100 = 179792$.

2.7 Визначення річної витрати палива на теплопостачання комплексу

2.7.1 Витрата теплоти на гаряче водопостачання тваринницького приміщення

Середню теплову потужність системи гарячого водопостачання визначимо з по середньодобовим нормам витрати гарячої води, кВт

$$\Phi_{\text{ГВ}} = \frac{c_v \cdot q_{\text{ГВ}} \cdot n \cdot (t_{\text{ГВ}} - t_{\text{ХВ}})}{24 \cdot 3600}, \quad (2.41)$$

де c_v - теплоємність води, $c_v = 4,19$ кДж / (кг °С);

$q_{\text{ГВ}}$ - середньодобова норма споживання гарячої води тваринами, кг/добу;

n - число тварин даної групи;

t_{гв} - температура гарячої води, t_{гв} = 60 °С;

t_{хв} - температура холодної води, t_{хв} = 5 °С.

$$\Phi_{\text{ГВ}} = \frac{4,19 \cdot 4,5 \cdot 1000 \cdot (60 - 5)}{24 \cdot 3600} = 12.$$

2.7.2 Річні витрати теплоти для створення мікроклімату в тваринницькому приміщенні

Для визначення потреби в тепловій енергії по місяцях року побудуємо річний графік споживання теплової енергії. Графік будується наступним чином:

а) Тепловий потік, що втрачається через огорожі прямопропорційно залежить від температури зовнішнього повітря, отже залежність $\Phi_{\text{ОГР}} = f(t_{\text{в}})$ буде представлений прямою лінією, побудованої за двома точками:

1) $\Phi = 0, t = t_{\text{в}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C};$

2) $\Phi = \Phi_{\text{ОГР}} = 97680 \text{ Вт}, t = -22 \text{ }^{\circ}\text{C};$

б) Графік залежності теплового потоку, що йде на підігрів припливного повітря від температури зовнішнього повітря нижче розрахункової вентиляційної температури йде паралельно осі абсцис через те, що при зниженні температури зовнішнього повітря відбувається підмішування підігрітого повітря до припливного. Будується графік по трьом точкам:

1) $\Phi = \Phi_{\text{в}} = 237990 \text{ Вт}; t = t_{\text{ХС}} = -30 \text{ }^{\circ}\text{C};$

2) $\Phi = \Phi_{\text{в}} = 237990 \text{ Вт}; t = t_{\text{НВ}} = -8 \text{ }^{\circ}\text{C};$

3) $\Phi = 0; t = t_{\text{в}} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C},$ де $t_{\text{ХС}}$ - середня температура найбільш холодних діб, °С;

в) Тепловий потік, що витрачається на випаровування вологи з мокрих поверхонь приміщення не залежить від температури зовнішнього повітря, отже, приймається $\Phi_{\text{ИСП}} = \text{const};$

г) Теплового потоку, що виділяється тваринами також не залежить від температури зовнішнього повітря, $\Phi_{\text{ж}} = \text{const}$. Він проходить нижче осі абсцис через те, що цей тепловий потік надходить в приміщення;

д) Сумарний тепловий потік, що йде на опалення приміщення

$$\sum \Phi = \Phi_{\text{огр}} + \Phi_{\text{в}} + \Phi_{\text{исп}} - \Phi_{\text{ж}}. \quad (2.42)$$

За графіком визначається теплова потужність системи опалення для кожного місяця в залежності від середньої місячної температури.

Сумарна кількість теплоти визначається за формулою, Вт

$$\sum \Phi = \Phi_{\text{от}} + \Phi_{\text{ГВ}}. \quad (2.43)$$

Місячна витрата теплоти на створення мікроклімату в тваринницькому приміщенні, кВт/год

$$Q_{\text{ом}}^{\text{М}} = \sum \Phi \cdot t_{\text{мес}}, \quad (2.44)$$

де $t_{\text{мес}}$ - кількість годин у даному місяці, $t_{\text{мес}} = 720$ год.

Витрата біогазу $q_{\text{бг}}^{\text{М}}$ на створення мікроклімату в тваринницькому приміщенні, м^3

$$q_{\text{бг}}^{\text{М}} = \frac{3.6 \cdot Q_{\text{ом}}^{\text{М}}}{\eta_{\text{вн}} \cdot q_{\text{бг}}}, \quad (2.45)$$

де $Q_{\text{ом}}$ - витрата теплоти на створення мікроклімату, кВт • год

$\eta_{\text{вн}}$ - ККД воздухоподогревателя на біогазі, $\eta_{\text{вн}} = 0,8 \dots 0,9$;

$q_{\text{бг}}$ - теплотворна здатність біогазу, $q_{\text{бг}} = \Phi(20 \dots 25)$ МДж / м^3 .

Знаходимо річну потребу в біогазі

$$q_{\text{бг}}^{\text{ГОД}} = \sum q_{\text{бг}}^{\text{М}}. \quad (2.46)$$

Розрахунок потрібної кількості біогазу по місяцях представлено в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 - Потрібна кількість біогазу по місяцях року.

місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$t_{\text{CP}}, ^\circ\text{C}$	-5.7	-4.8	0.6	9.4	16.2	20.2	23	22.1	16.3	9.2	
$\Phi_{\text{OT}}, \text{кВт}$	110	102	45	0	0	0	0	0	0	0	
$\Sigma\Phi, \text{кВт}$	122.0	114.0	57.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	
$Q_{\text{om}}^{\text{M}}, \text{кВт/год}$	87841.9	82081	41041	8641.9	8641.9	8641.9	8641.9	8641.9	8641.9	8641.9	
$Q_{\text{БГ}}^{\text{M}}, \text{M}^3$	14881.4	13905	6953.0	1464.0	1464.0	1464.0	1464.0	1464.0	1464.0	1464.0	

2.8 Розрахунок параметрів біогазової установки

2.8.1 Вибір технологічної схеми

Сучасний рівень розвитку анаеробної ферментації гнойових стоків дозволяє покрити за рахунок біогазу (30...35) % потреб тваринницьких ферм в тепловій енергії. У сучасних конструкціях біогазових установок завдяки підігріву вбудованими джерелами теплоти, надійної теплоізоляції метантанков і безперервної подачі підігрітого свіжого субстрату забезпечується постійна температура при зброджуванні. Передбачається механічне перемішування субстрату для інтенсифікації зброджування і відведення біогазу.

Більшість біогазових установок засноване на поточному принципі дії, тобто поступаюче в них сировину негайно витісняє відпрацьований. Свіжа порція гною надходить неперервно порційно (2...10) раз на добу, а відбір біогазу і видалення мулу роблять у міру необхідності.

Біогазова установка, складається з наступних елементів: приймальні ємності, камери зброджування (метантанк, реактор), нагрівального пристрою

(теплообмінника), пристрої для перемешивання субстрату, газгольдера і газового водопідігрівача.

Технологічна схема біогазової установки приведена на аркуші 2 графічної частини.

Сировина з бункера завантаження надходить в метантанк, де відбувається його зброджування, в результаті чого утворюється біогаз, що надходить через водяний затвор в газгольдер. Частина біогазу направляється в котел для підтримки необхідної температури в метантанк. Перемішування біомаси відбувається за допомогою мішалки, що приводиться в рух електродвигуном. Відпрацьоване сировину з метантанк надходить в сховище біодобрив

2.8.2 Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів

Визначаємо добове надходження біомаси $m_{\text{БМ}}$ за формулою, кг/доб

$$m_{\text{БМ}} = \sum N_{\text{ж}} m_{\text{удj}}, \quad (2.47)$$

де $N_{\text{ж}}$ - кількість тварин j -го виду, гол;

$m_{\text{удj}}$ - добовий вихід екскрементів від j -го тваринного, кг/гол.

$$m_{\text{БМ}} = 1000 \cdot 5 = 5000.$$

Визначається частка сухої речовини в біомасі $m_{\text{СВ}}$

$$m_{\text{СВ}} = m_{\text{БМ}} \cdot \left(1 - \frac{\varphi_{\text{БМ}}}{100}\right), \quad (2.48)$$

де $\varphi_{\text{БМ}}$ - вологість біомаси %,

$$m_{\text{СВ}} = 5000 \cdot \left(1 - \frac{90}{100}\right) = 500.$$

Визначаємо частку сухої органічної речовини m_{COB} за формулою

$$m_{\text{COB}} = m_{\text{CB}} \cdot \rho_{\text{COB}}, \quad (2.48)$$

де ρ_{COB} - частка органічної речовини в сухій речовині, в.о. кг/доб.

$$m_{\text{COB}} = 500 \cdot 0,8 = 400.$$

Визначаємо обсяг метантанк V_{MT} за формулою, м^3

$$V_{\text{MT}} = \frac{(0,7..0,9)m_{\text{BM}}t_{\text{B}}}{\rho_{\text{BM}}}, \quad (2.49)$$

де T_{B} - тривалість бродіння, сут;

ρ_{BM} - щільність сбраживаємої біомаси, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Визначають вихід біогазу $V_{\text{ПОЛ}}$, м^3 , при повному розкладанні сухої органічної речовини

$$V_{\text{ПОЛ}} = m_{\text{COB}} \cdot n_{\text{ЕК}}, \quad (2.50)$$

де $n_{\text{ЕК}}$ - вихід біогазу з 1 кг COB, для свинарників $n_{\text{ЕК}} = 0,415 \text{ м}^3/\text{кг}$, м^3 .

$$V_{\text{ПОЛ}} = 400 \cdot 0,415 = 166.$$

Визначаємо обсяг отриманого біогазу $V_{\text{б}}$ при обраній тривалості метанового бродіння, м^3

$$V_{\text{б}} = V_{\text{ПОЛ}} \frac{n_t}{100}, \quad (2.51)$$

де n_t - частка виходу біогазу при даній тривалості бродіння, %

$$n_t = 50.$$

Місячне вироблення біогазу дорівнює, м^3

$$V_{\text{БГ}}^{\text{М}} = 30 \cdot V_{\text{Б}} = 30 \cdot 83 = 2490. \quad (2.52)$$

Річне виробництво біогазу дорівнює, м^3

$$V_{\text{БГ}}^{\text{ГОД}} = 365 \cdot V_{\text{Б}} = 365 \cdot 83 = 30295. \quad (2.53)$$

2.8.3 Визначимо розміри метантанка

Як правило, метантанк мають циліндричну форму, відношення висоти до його зовнішнього діаметра приймається рівним $h/d = 0,9 \dots 1,3$. Приймаємо $h/d = 1$. Так як,

$$V_{\text{МТ}} = \frac{\pi d_{\text{Б}}^2}{4} h = \frac{\pi d_{\text{Б}}^2}{4} d_{\text{Б}}, \quad (2.54)$$

то

$$d_{\text{Б}} = \sqrt[3]{\frac{4V_{\text{МТ}}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 78,4}{3,14}} = 4,64.$$

2.8.4 Визначення середньомісячної кількості виробленого біогазу.

Кількість теплоти, $Q_{\text{ПОД}}$, МДж, необхідну для підігріву завантажується маси до температури процесу бродіння

$$Q_{\text{ПОД}} = m_{\text{БМ}} \cdot c_{\text{БМ}} (t_{\text{ПР}} - t_{\text{ЗАГР}}) 10^{-3}, \quad (2.55)$$

де $c_{\text{БМ}}$ - середня теплоємність біомаси, $c_{\text{БМ}} = 4,18 \text{ кДж} / (\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

$t_{\text{пр}}$ - температура процесу бродіння, $^\circ\text{C}$

$t_{\text{ЗАГР}}$ - температура завантажується біомаси, $^\circ\text{C}$. Приймається рівною середньомісячній температурі навколишнього повітря, якщо менше $5 \text{ }^\circ\text{C}$, то приймається $5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Середньомісячна кількість теплоти визначиться з виразу

$$Q_{\text{ПОД}}^{\text{М}} = Q_{\text{ПОД}} t_{\text{ДІБ.М}}, \quad (2.56)$$

де $t_{\text{ДН.М}}$ - кількість днів у місяці, $t_{\text{ДН.М}} = 30 \text{ діб}$.

Кількість теплоти $Q_{\text{ПОТ}}$, Вт, що втрачається в процесі тепловіддачі через стінку метантанк в навколишнє середовище

$$Q_{\text{ПОТ}} = kF(t_{\text{ПР}} - t_{\text{СР}}), \quad (2.57)$$

де k – коефіцієнт тепловіддачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

F – площа поверхні метантанк, м^2 ;

$t_{\text{СР}}$ - середня місячна температура повітря, $^\circ\text{C}$;

Коефіцієнт тепловіддачі k , $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, визначається за формулою

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

де $1 / \alpha_1$ - опір теплосприймачу, $1 / \alpha_1 = 0,05 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

$1 / \alpha_2$ - опір тепловіддачі, $1 / \alpha_2 = 0,05 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$;

δ_i - товщина i -го шару елемента огорожі, м;

λ_i - коефіцієнт теплопровідності i -го шару елемента огорожі, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$

Площа поверхні метантанка визначиться з виразу, м^2

$$F = S_{\text{БОК}} + 2 \cdot S_{\text{СОСН}}, \quad (2.59)$$

де $S_{\text{бок}}$ - площа бічної поверхні метантанк, м^2 .

$S_{\text{очн}}$ - площа підстави метантанк, м^2

$$S_{\text{очн}} = \frac{\pi d_{\text{в}}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4,64^2}{4} = 16,9, \quad (2.60)$$

$$S_{\text{бок}} = \pi \cdot d_{\text{в}} \cdot h = \pi \cdot d_{\text{в}}^2 = 3,14 \cdot 4,642 = 67,6.$$

$$F = 67,6 + 2 \cdot 16,9 = 101,4 \text{ м}^2.$$

Приймаємо бетонний метантанк товщиною 0,3 м, теплоізоляція виконано у вигляді шлакобетону (0,1 м) і земляного валу (1 м).

Тоді коефіцієнт тепловіддачі буде дорівнює, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

$$k = \frac{1}{0,05 + \frac{0,3}{1,83} + \frac{0,1}{0,06} + \frac{1}{1,75} + 0,05} = 0,4.$$

Переведемо кількість теплоти, що втрачається в навколишнє середовище, $\text{МДж}/\text{міс}$

$$Q_{\text{ПОТ}}^{\text{М}} = 3,6 \cdot 10^{-3} Q_{\text{ПОТ}} \cdot t_{\text{чМ}}, \quad (2.61)$$

де $t_{\text{чМ}}$ - кількість годин на місяць, $t_{\text{чМ}} = 720$ год.

Загальна витрата енергії на механічне перемішування субстрату в метантанк $Q_{\text{МЕХ}}$ визначимо за формулою, $\text{кВт} \cdot \text{год}$

$$Q_{\text{мех}} = q_{\text{норм}} \cdot V_{\text{МТ}} \cdot z, \quad (2.62)$$

де $q_{\text{норм}}$ - питома навантаження на мішалку;

$V_{\text{МТ}}$ - обсяг метантенка, м^3 ;

z - тривалість роботи мішалки, $z = 8$ годин на добу.

$$Q_{\text{мех}} = q_{\text{норм}} \cdot V_{\text{МТ}} \cdot z, = 50 \cdot 78,4 \cdot 8 = 31,4. \quad (2.63)$$

Переводимо отримані значення, МДж/міс

$$Q_{\text{МЕХ}}^{\text{М}} = 3,6 \cdot Q_{\text{МЕХ}} \cdot t_{\text{СУТ М}} = 3,6 \cdot 31,4 \cdot 30 = 3388. \quad (2.64)$$

Загальні витрати енергії на підтримку процесу за місяць, МДж/мес

$$Q_{\text{ОБЩ}} = Q_{\text{ПОД}}^{\text{М}} + Q_{\text{ПОТ}}^{\text{М}} + Q_{\text{МЕХ}}^{\text{М}}. \quad (2.65)$$

Кількість біогазу, необхідне для підтримки процесу, м³/мес

$$V_{\text{БГ З}}^{\text{М}} = Q_{\text{ОБЩ}} / q_{\text{БГ}}. \quad (2.66)$$

Товарне кількість біогазу ВБГ Товма, м³/міс дорівнює

$$V_{\text{БГ ТОВ}}^{\text{М}} = V_{\text{БГ}}^{\text{М}} - V_{\text{БГ З}}^{\text{М}}. \quad (2.67)$$

Результати розрахунків виробленої кількості біогазу по місяцях року представлено в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - Вироблена кількість біогазу по місяцях року

місяць	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t _{ЗАГР} °С	5	5	5	9.4	16.2	20.2	23	22.1	16.3	9.2	5
Q _{ПОД} , МДж/ міс	1755 6	175 56	175 56	147 97	105 34	802 6	627 0	683 4	104 71	149 23	175 56
Q _{ПОТ} ^М , МДж/ міс	4066	397 1	340 4	247 9	176 5	134 5	105 1	114 5	175 5	250 0	320 4
Q _{заг} , МДж/ міс	2501 0	249 16	243 48	206 65	156 87	127 59	107 09	113 68	156 14	208 11	241 49

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$V_{БГЗ}^M$, м ³ /міс	1000	997	974	827	627	510	428	455	625	832	966
$V_{БГТОВ}^M$ м ³ /міс	1490	149 3	151 6	166 3	186 3	198 0	206 2	203 5	186 5	165 8	152 4

2.8.5 Розрахунок показників енергетичної ефективності біогазової установки

Потенційна енергія біогазу $Q_{ВЫР}$, що виробляється за рік визначається за формулою, МДж

$$Q_{ВЫР} = V_{БГ}^{ГОД} \cdot q_{бг} = 30295 \cdot 25 = 757375. \quad (2.68)$$

Енергетичний ефект біогазової установки $E_{б}$ за рік дорівнює, МДж

$$E_{б} = V_{БГТОВ}^{ГОД} \cdot q_{бг} = 20651 \cdot 25 = 516281. \quad (2.69)$$

Коефіцієнт товарності біогазової установки, %

$$K_{ТОВ} = \frac{E_{б}}{Q_{ВЫР}} \cdot 100\% = \frac{516281}{757375} \cdot 100\% = 68,2. \quad (2.70)$$

Річна економія умовного палива складе, т.у.п.

$$B_{ут} = \frac{E_{б}}{29300} = \frac{516281}{29300} = 17,6. \quad (2.71)$$

Результати розрахунків енергетичної ефективності біогазової установки представлено в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 - Показники енергетичної ефективності біогазової установки для свинарника- на 1000 голів.

Найменування індикатора	Показник
Обсяг (метантанка), V_{MT} , м ³	78,4
Продуктивність по біогазу, м ³ /рік Загальна, $V_{БГГОД}$	30295
Товарна, $V_{БГ ТОВГОД}$	20651
Питома річний вихід товарного біогазу, м ³ /гол • рік	20,65
Питома добовий вихід товарного біогазу, м ³ /гол • сут	0,06
Економія традиційного палива т.у.т	17,62

2.9 Розрахунок сонячної електростанції

2.9.1 Дані для розрахунку

Вихідні дані:

- місце розташування ССТ – Лукашево;
- число співробітників – 8;
- розміри будівлі – $a \cdot b \cdot h = 8 \cdot 16 \cdot 4$;
- площа колектору – від 6 до 1400 м²;
- питомий бак-акумулятор – 0,095 м³/м²;
- вартість теплової енергії від паливного джерела – 1218,56 грн/ГДж
- характеристики вакуумного колектора $F_R (\tau\alpha)_n = 0,72$ и $F_R U_L = 5,45$.

2.9.2 Вплив теплообмінника, розділяючого колектор та бак-аккумулятор

Теплообмінник встановлюється в рідинних системах, якщо в якості теплоносія в контурі колектору використовується антифриз. Співвідношення

$\frac{F'_R}{F_R}$ знаходять з виразу

(2.72)

$$\frac{F'_R}{F_R} = \left[1 + \frac{F_R U_L}{GC_p} \cdot \left(\frac{AGC_p}{\varepsilon_C C_{\min}} - 1 \right) \right]^{-1} =$$
$$= \left[1 + \frac{5,45}{0,000015 \cdot 927 \cdot 3350} \cdot \left(\frac{1}{0,9} - 1 \right) \right]^{-1} = 0,99,$$

де ε_C – ефективність теплообмінника;

C_{\min} – менший з двох водяних еквівалентів в теплообміннику (водяний рівень добутку витрати та теплоємності рідини).

2.10 Розрахунок навантаження тепlopостачання

2.10.1 Розрахунок навантаження опалення

Обсяг будівлі по зовнішньому виміру, м³

$$V_H = abh = 48 \times 36 \times 4 = 512. \quad (2.73)$$

Коефіцієнт впливу району будівництва

$$a = 0,54 + \frac{22}{(t_B - t_{н.р.})} = 0,54 + \frac{22}{[22 - (-19)]} = 1,08. \quad (2.74)$$

Згідно додаткам питома теплова характеристика будівлі $g = 0,58$ Вт/(м³ · К).

Величина UA_3 , Вт/К

$$UA_3 = agV_H = 1,08 \times 0,58 \times 512 = 319,7, \quad (2.75)$$

де U повний коефіцієнт теплових втрат, Вт/(м² · К);

A_3 площа наружних поверхонь будівлі, м².

Число градусо-днів в місяці, К · доб

$$H_{г.с.} = (18 - T_B) \times N = (18 - (-3,7)) \times 31 = 672,7. \quad (2.76)$$

Середньомісячне навантаження опалення, ГДж

$$Q_o = UA_3 \times H_{г.с.} \times 86400 = 319,7 \times 672,7 \times 86400 \cdot 10^{-9} = 18,58. \quad (2.77)$$

2.11 Розрахунок навантаження гарячого водопостачання для січня

$$Q_{г.в.} = \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N n_D = \quad (2.78)$$

$$= 1000 \times 4187 \times 0,015 \times (60 - 5) \times 30 \times 31 = 6,85,$$

где ρ — плотність води $\rho = 1000$ кг/м³;

C_p — теплоємність води $C_p = 4187$ Дж/(кг · К);

$V_{г.в.}$ — добова витрата гарячої води на 1 людину по нормам, 0,01 м³/(доб. чел.);

$T_{г.в.}$ — температура гарячої води $T_{г.в.} = 60$ °С;

$T_{x.v.}$ температура холодної води, для середньої полоси можно приймати:

- для зимових місяців $T_{x.v.} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$;
- для літніх місяців $T_{x.v.} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$;
- для весняних та осінніх $T_{x.v.} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$;

N – число співробітників;

n_d – число днів.

2.12 Розрахунок навантаження тепlopостачання для січня

Середньомісячне навантаження тепlopостачання, ГДж

$$Q_H = Q_o + Q_{r.v.} = 18,58 + 0,57 = 19,15. \quad (2.79)$$

Розрахунок середньомісячних навантажень тепlopостачання приведен в розрахунковій таблиці. Річне навантаження тепlopостачання, ГДж

$$Q_H^{\text{год}} = \sum_{i=1}^{12} Q_H^i = 90,37. \quad (2.80)$$

2.13 Розрахунок довгострокових характеристик ССТ для січня

Безрозмірний комплекс X , ГДж

$$X = F_R U_L \frac{F'_R}{F_R} (T_6 - \bar{T}_B) \Delta\tau \frac{A}{Q_H} = \quad (2.81)$$

$$= 5,45 \times 0,99 \times (100 - (-2,6)) \times 31 \times 24 \times 3600 \times 1 / (19,15 \cdot 10^9) = 0,08.$$

Так як заданий обсяг баку акумулятору відрізняється від величини, прийнятої при виводі кореляційного рівняння, то потрібне корегування

$$X'_c = X \times \left(\frac{V_B}{0,075} \right)^{-0,25} = 0,08 \times \left(\frac{0,095}{0,075} \right)^{-0,25} = 0,07. \quad (2.82)$$

Безрозмірний комплекс Y

$$Y = F_R (\tau\alpha)_n \cdot \frac{\overline{(\tau\alpha)}}{(\tau\alpha)_n} \bar{H}_T N \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot \frac{A}{Q_H} = \quad (2.83)$$

$$= 0,72 \cdot 0,93 \cdot 5,45 \cdot 10^6 \cdot 31 \cdot 1 \cdot \frac{1}{19,15 \cdot 10^9} = 0,01.$$

Так як величина $\frac{\varepsilon_L C_{\min}}{UA_3}$ відрізняється від прийнятої при виводі кореляційного рівняння, то потрібне корегування

$$Y_c = Y \times \left(0,39 + 0,65 \exp \left\{ \frac{-0,139}{\frac{\varepsilon_L C_{\min}}{UA_3}} \right\} \right) = \quad (2.84)$$

$$= 0,122 \times \left(0,39 + 0,65 \exp \left\{ \frac{-0,139}{1,5} \right\} \right) = 0,01,$$

де A – площа сонячного колектору, m^2 ;

F'_R ефективний коефіцієнт відводу тепла, враховуючий вплив теплообмінника;

U_L – повний коефіцієнт теплових втрат колектору, $Вт/(m^2 \cdot K)$;

T_6 – базисна температура, прийнята рівной 100°C ;

N – число днів в місяці;

$\overline{\tau\alpha}$ – 34-ердне місячна приведена поглинаюча здатність;

Δt – кількість секунд в місяці.

Коефіцієнт заміщення

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3 = \quad (2.85)$$

$$= 1,029 \cdot 0,005 - 0,065 \cdot 0,062 - 0,245 \cdot 0,005^2 + 0,0018 \cdot 0,065^2 + 0,0215 \cdot 0,005^3 = 0,01.$$

На рисунку 2.5 зображено вплив сонячних панелей на коефіцієнт заміщення палива.

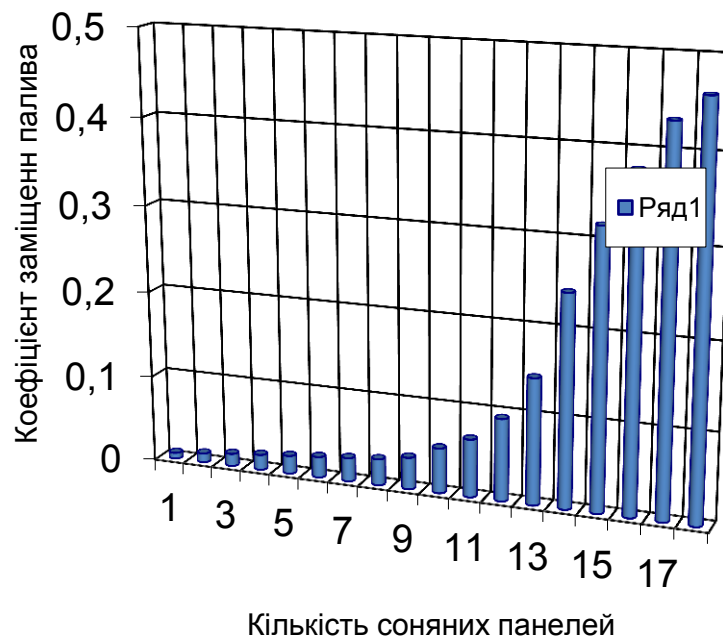


Рисунок 2.5 - Вплив кількості сонячних панелей на коефіцієнт заміщення палива

На рисунку 2.6 зображено вплив отриманої теплової енергії на заміщення природнього газу



Рисунок 2.6 - Вплив отриманої теплової енергії на заміщення природнього газу

2.14 Розрахунок економічних параметрів ССТ

Річна ступінь заміщення палива

$$f^{рнч} = \frac{\sum_{i=1}^{12} f^i Q_H^i}{\sum_{i=1}^{12} Q_H^i} = 0,11 . \quad (2.85)$$

Річна економія палива, т.у.т., отримана за рахунок використання сонячної енергії,

$$B = f^{рнч} Q_H^{рнч} / (Q_T \eta_{Т.Г.}) = 0,11 \cdot 19,15 / (29,3 \cdot 0,9) = 0,471, \quad (2.86)$$

де $Q_T = 29,3$ ГДж/т – теплота згорання 1 т умовного топлива;

$\eta_{т.г.}$ = ККД теплогенеруючої установки, прийнято 0,9.

Вартість 1 ГДж теплової енергії від от теплогенеруючої установки, працюючої на газу = 1218,5 грн/ГДж

Річна економія від використання ССТ, грн.

$$E^{р\text{ич}} = C_T \cdot f^{р\text{ич}} \cdot Q_H^{р\text{ич}} = 1218,5 \cdot 0,11 \cdot 19,15 = 15135,2. \quad (2.87)$$

На рисунку 2.7 зображено вплив кількості сонячних колекторів на річну економію палива.

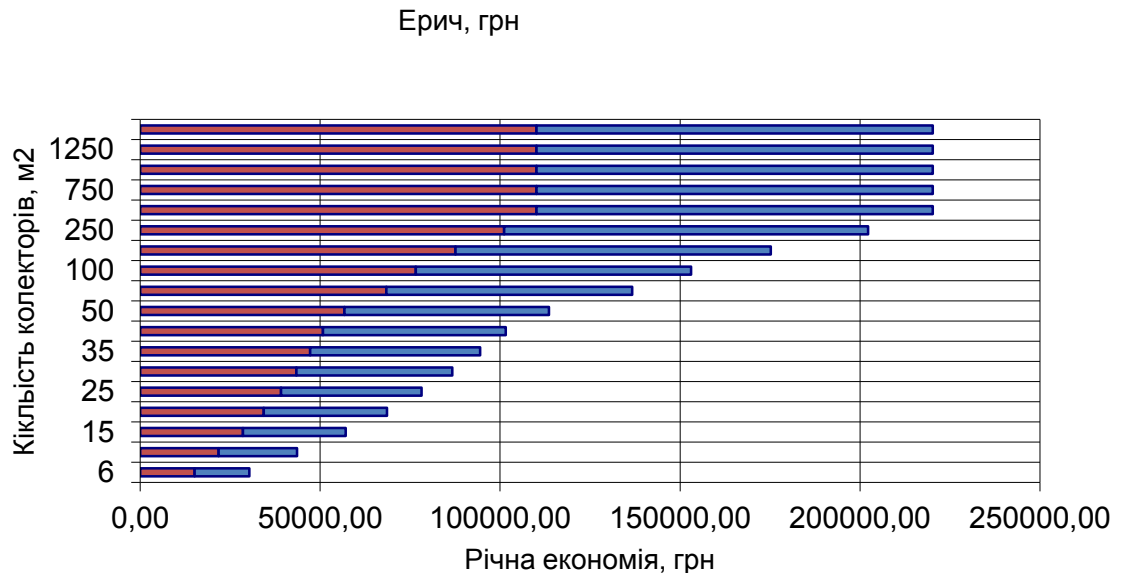


Рисунок 2.7 - Вплив кількості сонячних колекторів на річну економію палива

Строк окупності ССТ, рік.

$$\tau = C_{г.с.} \frac{A}{E^{р\text{ич}}} = 3500 \cdot \frac{6}{15135,2} = 1,863. \quad (2.88)$$

На рисунку 2.8 зображено вплив бренду на строк окупності опалення.

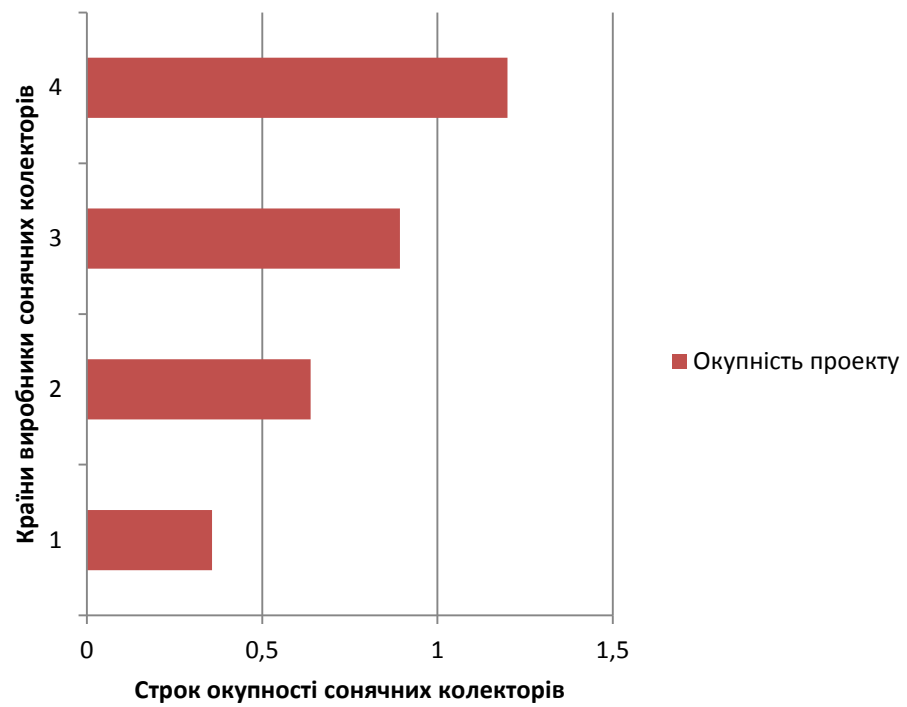


Рисунок 2.8 - Вплив бренду на строк окупності опалення

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПТАХОФЕРМИ

3.1 Шафа АСУ процесом вирощування порослят

Перед виконавцем була поставлена задача автоматизувати систему управління, яка відповідно до технології вирощування створюватиме оптимальні умови для життєдіяльності курчат.

Назва проекту: Розробка системи автоматичного управління процесом вирощування порослят на фабриці.

Компанія «КБ «Запоріжсталь»» спеціалізується на розробці обладнання і програмного забезпечення для промислової автоматизації та автоматизації будівель, реалізації проектів автоматизації «під ключ», створенні рішень для агросектору, ІТ сектору, сектору телекомунікації та комунального сектору. Приклад зображено на рисунку 3.1 контролер автоматичного управління і модулі вводу.



Рисунок 3.1 - Контролер автоматичного управління і модулі вводу

Система мала вирішувати наступні задачі:

1. Автоматичний розрахунок обсягів вентиляції для кожного дня і години життя курчат відповідно до графіків зростання ваги, графіків

мінімальної і максимальної вентиляції згідно з усіма корекціями і виключеннями (по вологості, зовнішній температурі й іншим параметрам).

2. Керування стіновими, боковими і тунельними заслінками з урахуванням параметрів перепаду тиску і відповідно до режиму вентиляції.

3. Керування освітленням відповідно до графіків освітлення з можливістю поступового збільшення / зменшення інтенсивності освітлення (тривалість сутінків) відповідно до профілів.

4. Керування напуванням і годівлею відповідно до графіку.

5. Керування нагрівачами по температурним зонам (згідно з графіками росту) з окремим графіком нагріву під час процесу газациї.

6. Керування панелями випаровувального охолодження (кулінг-панелями).

Для реалізації проекту були використані контролер автоматичного управління і модулі вводу-виводу виробництва компанії «Інноваційно Технічні Рішення», які конструктивно виконані в якісній корпусній продукції КБ «Запоріжсталь». На рисунку 3.2 зображена шафа автоматичного управління процесом вирощування



Рисунок 3.2 - Шафа автоматичного управління процесом вирощування порослят

Рішення базується на надійній елементній базі. Для ринку України доступні дуже швидка професійна консультативна і технічна підтримка, можливість підлаштування технологічних алгоритмів під потреби замовника, супровід рішення спеціалістами підрозділів розробки і інтеграції, наявність професійної підтримки продуктів компанії КБ «Запоріжсталь»

3.2 Дистанційне автоматизоване управління елеватором

Компанія-замовник, провідний виробник круп і пластівців в Україні, прийняла рішення про збільшення виробничих потужностей сховища сировини. Необхідно було надати сучасне технічне рішення по реалізації даного завдання в стислі терміни та з мінімальними інвестиціями без втрати якості. Технічне рішення повинно було повністю відповідати кращим європейським зразкам MES систем (див. рис. 3.3).



Рисунок 3.3. – Шафи управління

Елеватор для зберігання зерна – це складна технологічна система, що включає в себе велику кількість транспортних та самопливних механізмів, датчиків безпеки, рівня зерна та положення механізмів. Розташовані вони

зазвичай на значній відстані один від одного і від центрального розподільного пункту. І, як правило, в неопалюваних приміщеннях або на відкритому повітрі. Традиційне рішення передбачає прокладку контрольних кабелів датчиків і силових кабелів до виконавчих механізмів від силових шаф і шаф системи автоматизованого управління. На елеваторі ємністю зберігання близько 30 000 тонн зерна загальна довжина цих кабелів становить 1-2 десятка кілометрів.

Протягом багатьох років фахівці департаменту автоматизації компанії «Вилнес» у своїх розробках застосовують технологію розподіленої периферії. Ось і на цей раз для збору інформації від дев'яноста чотирьох датчиків рівня в силосах, управління вісімдесятьма перекидними клапанами і засувками, а також позиціонування трьох завантажувальних надсилосних візків були виготовлені місцеві шафи управління з пристроями вводу-виводу «Axioline» (див. рис. 3.4) і гібридними реверсивними пускачами «Conatron», що мають розширений температурний діапазон експлуатації.



Рисунок 3.4 - Шафа управління з пристроями вводу-виводу «Axioline» і гібридними реверсивними пускачами « Conatron »

Таким чином, відпала необхідність в прокладанні кілометрів кабелів по всьому елеватору. Достатньо було прокласти два кабелі від центрального розподільного пункту до шаф розподіленої периферії, розташованих на всіх поверхах елеватора, кабель живлення ВВГнг перетином всього 2.5 мм² від загального рубильника та інтерфейсний кабель до центрального процесора. Причому варто зазначити повну сумісність пристроїв вводу-виводу «Axioline» з пристроями від сторонніх виробників, адже в цьому проекті в якості центрального процесора використовувався контролер S7-317 PN / DP компанії «Сіменс».

Переваги рішення:

- компактність гібридних пускачів ELR H5-I-SC-230AC / 500AC-2 дозволила скоротити кількість шаф управління на 30 %;
- завдяки застосуванню технологій розподіленого вводу-виводу і пристроїв Axioline під час реалізації даного проекту витрата кабельно-провідникової продукції скоротилась до 17 %, час монтажних робіт було скорочено на 20 %;
- наявність професійної підтримки продуктів компанії КБ «Запоріжсталь»;
- широка мережа представництв і партнерів КБ «Запоріжсталь» в Україні.

3.3 Контроль систем супровідного обігріву

Температура носія відіграє вирішальну роль у багатьох процесах. Підтримувати необхідний температурний режим можна за допомогою пари, теплообмінника або повністю електричних систем. Старі системи супровідного обігріву труб часто під'єднані до мережі лише через запобіжник. Тому збої часто лишаються непоміченими й призводять до простоїв обладнання.

Рішення КБ «Запоріжсталь» забезпечує можливість контролю, наприклад, шляхом вимірювання струму. Наші перетворювачі струму

фіксують струм системи обігріву. Для передачі вимірювальних сигналів на пункт керування без витратних кабельних з'єднань пристрої поєднано з нашою бездротовою системою (див. рис.3.5).

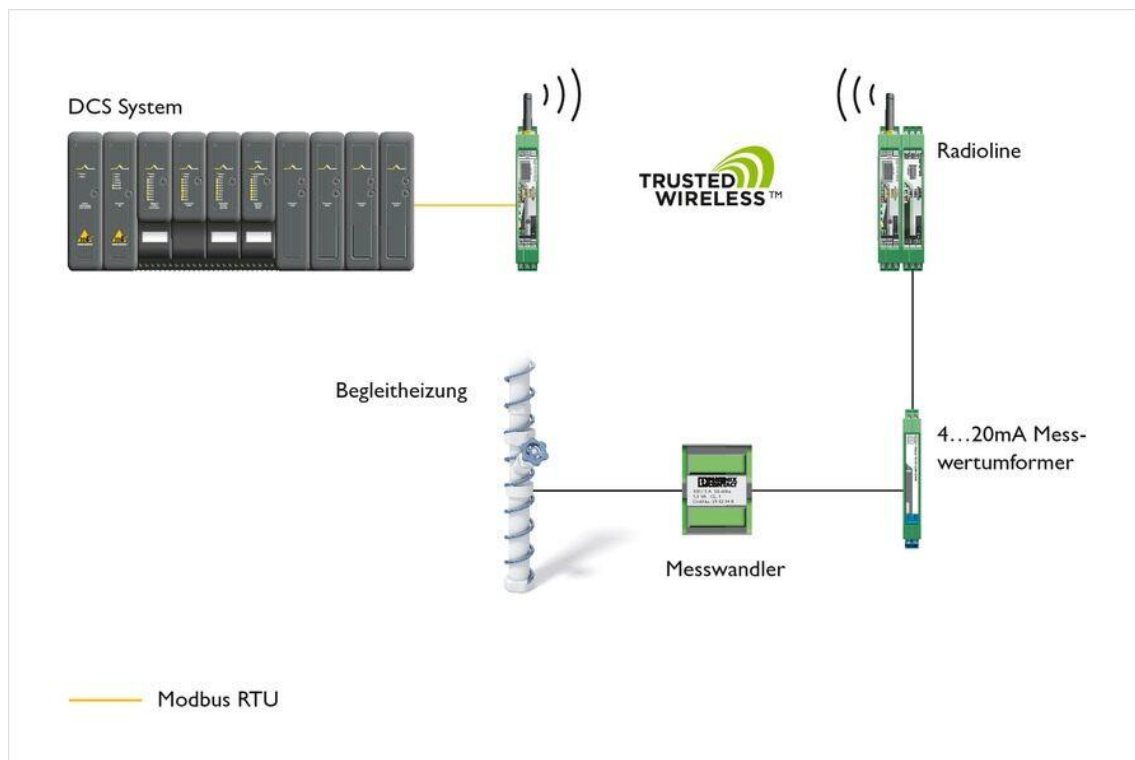


Рисунок. 3.5 - Рішення КБ «Запоріжсталь» забезпечує можливість контролю та керування віддаленими станціями без кабельних з'єднань.

Переваги рішення:

- підвищена експлуатаційна готовність обладнання завдяки завчасному розпізнаванню збоїв у вашій системі супровідного обігріву й попередження простоїв;
- підвищення економічності установки завдяки оптимізації енергоспоживання;
- мінімальні витрати на монтаж та обслуговування завдяки бездротовій технології та відмові від витратних кабельних з'єднань;
- надійна передача даних системи супровідного обігріву прямо в диспетчерську за технологією Trusted Wireless;

- простий і швидкий монтаж завдяки готовим до використання блокам керування;

- контроль систем супровідного обігріву з можливістю модульного розширення.

Головний пристрій Radioline КБ «Запоріжсталь» може обмінюватися даними з 99 підпорядкованими пристроями. У підпорядкованій станції модуль зв'язку можна доповнити будь-якими модулями вводу/виводу, наприклад 4-канальним модулем аналогового входу. Через перетворювач струму під'єднується відповідний трансформатор струму, що вимірює струм у системі супровідного обігріву.

Безпроводний зв'язок із модулями вводу/виводу

Radioline — це бездротова система для розлогих систем. Завдяки відповідності міжнародним стандартам її можна використовувати в усьому світі. Бездротова система використовує надійну технологію шифрування та метод сітки для забезпечення високої експлуатаційної готовності. Систему доповнює широкий асортимент модулів вводу/виводу.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Впровадження альтернативної енергетики в комунальній та промисловій сфері вимагає аналізу небезпечних факторів та впровадження інформаційних заходів та використання датчиків КВП та А в промислових об'єктах. Використання відходів виробництва, крім виробляємої теплової птужності, надає обмеження застосування процесу. Тому впровадження газоаналізаторів для оцінки стану ризику досить важливий фактор на біогазові установці. Застосування гібридного пристрою вимагає чіткого розуміння персоналу переліку шкідливостей та заходів по їх усуненню.

В приміщенні комплексу, для опалення, встановлено два твердо паливних котла РОСС АОГВ – 96, що працюють на природному газі та інфрачервоні обігрівачі УФО, для місцевого застосування в неопалювальний період.

Котельня має мережу газопроводів із запірною арматурою, відводами до кожного котла. Для зниження тиску газу до необхідного, у котельні встановлений регулятор тиску. У випадку виникнення аварійної ситуації виникає імовірність вибуху, пожежі й витоку газу.

Складові частини газу, потрапляючи в організм людини, впливають на фізіологічні процеси: задушення й отруєння. ГДК метану (CH_4) складає 300 мг/м^3 , а окису вуглецю (СО) - 20 мг/м^3 [21]. Задущливий вплив обумовлений недоліком кисню у повітрі, яке вдихає людина. При зниженні змісту кисню в повітрі до 16 % починається задишка й прискорене серцебиття, до 12 % спостерігається сильне стиснення подиху, а до 9 % людина непритомніє.

Незважаючи на ефективну теплоізоляцію котлів згідно з [23], трубопроводів гарячої води і труби, з якої відходять гази, у приміщення котельні виділяються зайве тепло, що підвищує температуру повітря в

котельні до 30°C. Це впливає на параметри мікроклімату в будинку комплексу, погіршуючи його параметри.

Робота всього обладнання в котельні, пульсація потужного пальника в топці котла створюють у приміщенні шум 65 дБ, рівень якого перебуває в межах припустимої норми 80 дБ [27]. Основні показники виробничого процесу котельні занесені до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Чинники виробничого процесу котельні

Чинники виробничого середовища	Норматив	Фактичне значення
Окис вуглецю, мг/м ³	20	10
Окис азоту, мг/м ³	5	1
Вібрація (загальна і локальна), дБ	92	79
Шум, дБА	80	65
Інфразвук, дБ	105	88
Ультразвук, дБ	120	86
Мікроклімат в приміщенні:		
температура повітря, °С	17-23	18
швидкість руху повітря, м/с	0,3	0,2-0,3
відносна вологість повітря, %	70	70

4.2 Заходи з поліпшення умов праці

Заходи щодо усунення небезпечних і шкідливих факторів поділяються на дві групи: інженерні та організаційні.

Для запобігання аварійних ситуацій теплотехнічні пристрої обладнані приладами безпеки, які забезпечують своєчасне і надійне автоматичне

відключення апаратів або його елементів при неприпустимих відхиленнях від заданих режимів експлуатації.

Кожен опалювальний апарат РОСС АОГВ – 96, обладнаний двома газопальниковими блоками «Факел 2 – 01» з тепловою потужністю 48 кВт. Кожен блок має автоматику безпеки, що забезпечує припинення подачі газу до пальника у випадках:

- різкого зниження чи підвищення тиску газу перед пальником;
- згасання полум'я запальника;
- відсутність тяги в димоході;
- автоматичне включення і виключення подачі газу на основний пальник

в залежності від температури зворотної мережної води.

ККД котла складає 90 %. Для обліку витрат газу встановлений ротаційний лічильник газу GSM – 40, пропускна здатність 60 м³/час.

Трубопроводи теплопостачання запроектовані з попередньою ізоляцією. Арматура і фланці ізолюються матами мінеральної вати і покриваються шаром рубероїду.

Будівельно-монтажні роботи, а також випробування трубопроводів котельні виконують у відповідності до «Правил безпеки систем газопостачання України», СНіП 2.01.08-87 та СНіП 3.05.02-88 «Газопостачання».

Проектом передбачені наступні заходи по охороні праці:

- для боротьби з надлишковим тепловиділенням виконується теплова ізоляція обладнання і трубопроводів температурою поверхні більше 45 °С, також зменшення тепловиділення виконується шляхом природної і штучної вентиляції при відповідному обміні повітря в приміщенні;

- охоронно-пожежна сигналізація;
- аварійне освітлення приміщень;

- для захисту від електричного току передбачається занулення металічних корпусів електрообладнання;

- відведення продуктів згорання передбачене ізольованими індивідуальними димовими трубами;

- вентиляція приміщень з природнім спонуканням, а витяжка котельного залу – шляхом дефлекторів.

Котельня може своїм шумом і вібрацією негативно впливати на людей і навколишнє середовище. Вібрація обладнання котельні може передаватися безпосередньо через перекриття і стіну, до якої обладнання прикріплено, особливо, якщо не використовуються амортизаційні елементи, що оберігають від такої передачі. Люди, що знаходяться в приміщенні з працюючим обладнанням або під ним, відчують ці коливання органами слуху, і ці слухові відчуття сприймаються як ударний шум. Для захисту людей від шуму котельні необхідно передбачити зниження його рівня ще на етапі проектування опалювальної установки. Керуючись вимогами норм [11] та інструкцій [21] щодо рівня звукового тиску від працюючого обладнання та акустичними будівельними нормами, забезпечено захист людей і навколишнього середовища. Це дозволяє також уникнути додаткових фінансових витрат на віброакустичний захист у разі перевищення рівня звуку, визначеного чинними акустичними нормами при експлуатації.

Джерела, які генерують коливання і шум в опалювальних установках, - це група «котел - пальник», насоси та запірна арматура. Незважаючи на те, що кожен з цих пристроїв може відповідати вимогам діючих в цій області норм, сумарна дія шуму від всього обладнання часто перевищує допустимі значення для суміжних приміщень або навколишнього середовища. Для оцінки ефективності шумозахисних заходів у котельні необхідно звернути особливу увагу на наступні моменти:

- спосіб установки котлів та насосів на фундаментах (наявність резинових амортизаторів);

- правильність застосування гнучких вставок і осьових компенсаторів на трубах;

- наявність гнучких підвісок труб і спосіб вирішення їх проходів через стіни (неприпустимість контакту теплоізоляції і стін).

Експлуатація котельні передбачається без обслуговуючого персоналу. Для локалізації і ліквідації аварійної ситуації передбачена світлова і звукова сигналізація. Сигнал подається в кабінет начальника комплексу, що повідомляє про ситуацію яка склалася.

4.3 Виробнича санітарія

4.3.1 Природне і штучне освітлення

Для забезпечення робіт на належному рівні, у приміщеннях котельні забезпечується достатній рівень освітленості: у денний час доби – природним світлом, а в нічний час доби – штучним світлом. Природне освітлення робочих місць забезпечується через віконні прорізи в зовнішніх стінах. Для досягнення достатнього рівня освітленості застосовується комбіноване освітлення.

Робота, яку виконують зорові органи, відноситься до класу середньої точності, з найменшим розміром розрізнення об'єкта 0,5...1,0 мм. Розряд зорової роботи – IV. Контраст об'єкта розрізнення з фоном - великий. Фон світлий. Освітленість робочих поверхонь в котельні становить не менш 150 лк. Значення коефіцієнта природної освітленості при бічному освітленні $e = 1,5 \%$.

Крім стаціонарного освітлення котельня обладнана аварійним освітленням від джерел живлення, незалежних від електроосвітлювальної мережі котельні, і освітленням для виконання ремонтних робіт 36 В і 12 В (в умовах підвищеної небезпеки).

4.3.2 Вентиляція

Відведення продуктів згорання від опалювальних апаратів передбачено через металічні димові труби, діаметром 250 мм. За допомогою

вентиляції усувається шкідливий вплив надлишкового тепла на організм людини.

Вентиляція комплексу приточно-витяжна з природним спонуканням, що забезпечує трьохкратний повітрообмін, з урахуванням повітря, необхідного для спалювання газу. Приток повітря здійснюється через жалюзійну решітку в нижній частині вікна, а витяжка – через дефлектори.

4.3.3 Опалення

Внаслідок великих власних виробничих теплових виділень працюючого котельного обладнання, опалення в приміщенні котельні не передбачено.

4.4 Електробезпека

Допоміжне обладнання котельні складається з димососів, дуттьових вентиляторів, мережних, підживлювальних і рециркуляційних насосів. Електродвигуни насосів і тягодуттьових обладнань працюють від напруги 220/380. У зв'язку із цим, існує небезпека поразки електричним струмом.

За ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом приміщення котельні відносяться до приміщень особливо небезпечних. Характеризується наявністю в ньому таких умов, що створюють особливу небезпеку:

- струмо провідні підлоги;
- висока температура;
- можливість одночасного дотику людини до з'єднаних землею металоконструкцій, технологічних апаратів, механізмів, з одного боку, і до металевих корпусів електрообладнання - з іншого.

Індивідуальними засобами захисту від ураження електричним струмом в котельні є діелектричні, виготовлені зі спеціальної гуми, рукавички, боти та

килимки. Перевіряються індивідуальні засоби захисту під напругою один раз на шість місяців.

Для захисту від ураження електричним струмом передбачено заземлення та занулення усіх неструмоведучих металевих частин електрообладнання. Металева рама будівлі котельні з'єднується з зовнішнім контуром заземлення не менш ніж двома провідниками згідно з ПУЕ.

Безпека експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок забезпечується наступними захисними заходами:

- ізоляція;
- блокування безпеки;
- захисне заземлення.

Ізоляція забезпечує безпеку завдяки великому опору, яке перешкоджає протіканню значних струмів через ізоляцію. Застосовується робоча ізоляція згідно ГОСТ 12.1.009-76. Ізольовані електричні кабелі та проводка. Періодично в приміщеннях котельні, один раз на півроку, перевіряють відповідність опору ізоляції нормам.

Проектом передбачено ізоляція поверхні газоходів, обладнання і трубопроводів з температурою поверхні вище 45 °С.

Для блокування безпеки в котельні застосовуються автоматичні вимикачі у вигляді засувки. Застосовується захисне блокування, відключення електроланок при аварійній ситуації з повним часом спрацьовування 0,2 секунди.

У котельні виконаний зовнішній та внутрішній контур заземлення.

Захисне заземлення являє собою навмисне електричне з'єднання з землею металевих не струмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою. Застосовується природне заземлення, тобто в якості заземлювачів використовуються залізобетонні конструкції і фундаменти котельні, що створюють безперервний електричний ланцюг по арматурі.

В якості заземлюючих і нульових захисних провідників використані нульові жили кабелів і сталеві труби електропроводки.

Корпуси електродвигунів і трансформаторів, рукоятки і кожухи пускових пристроїв заземлені, знижують потенціал на корпусі електрообладнання до безпечної величини.

Захист котельні від ударів блискавки забезпечується заземленням димової труби котельні. Категорія захисту - II.

4.5 Пожежна безпека

4.5.1 Характеристика виробництва за небезпекою

Ступінь вогнестійкості конструкції – 2-га, категорія приміщень по вибуховій і пожежній безпеці – Г. Ступінь вогнестійкості існуючих конструкцій не менше 0,75 годин.

Конструктивні рішення виконані у відповідності з діючими нормами і правилами, та передбачають заходи, що забезпечують вибухопожежну і пожежну безпеку при експлуатації.

У котельні відбувається спалювання природного газу, тому виробництво класифікується як пожежонебезпечне.

4.5.2 Засоби гасіння пожеж

На випадок виникнення пожежі в приміщенні котельні передбачається протипожежний водопровід, а також пожежні щити з кожного входу – 3шт. Кожний щит у своєму складі має:

- ящик з піском;
- вогнегасники типу ОПС –10 ,ВП-5(3);
- два відра, дві сокири, два залізні багри.

У місцях зосередження електроустаткування встановлюють пожежні щити з вуглекислотними вогнегасниками ОУ-5, ОУ-2.

4.6 Розрахунок захисного заземлення

Мета розрахунку захисного заземлення – визначити кількість і довжину вертикальних та горизонтальних елементів і розмістити заземлювач на плані електроустановки, виходячи з регламентованих величин допустимого опору заземлення[12].

Згідно нормам в мережах напругою до 1000 В струм заземлення на ґрунт звичайно не перевищує 10 А, так як при нормальному стані ізоляція і ємність опору фази відносно землі не бувають менше 100 Ом [8]. Згідно [10] нормативна величина опору контуру заземлення не повинна перевищувати 4 Ом.

Розрахунок контуру заземлення виконано по [12].

Вихідні дані для розрахунку:

- найбільший допустимий опір захисного заземлюючого пристрою для електроустановок напругою до 1000 В приймаємо $R=4$ Ом;
- ґрунт суглинний, питомий опір $\rho=100$ Ом·м;
- заземлююча труба $d=0,032$ м;
- довжина заземлювача приймається $l=2$ м;
- відстань від поверхні ґрунту до осі заземлювача приймається $t = 1,5$ м;
- відношення відстані між електродами до їх довжини $S/l = 2$.

Опір одиночного вертикального заземлювача розтіканню струму в однорідному ґрунті визначається за формулою, Ом

$$R_{в.о} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right),$$

де l – довжина заземлювача, $l = 2$ м;

$t = 1,5$ м;

ρ – питомий електричний опір ґрунту при вологості (10...20) % приймається для суглинних ґрунтів рівним 100 Ом·м.

Тоді

$$R_{в.о} = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,032} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,5 + 2}{4 \cdot 1,5 - 2} \right) = 42,8.$$

Приймаємо схему розміщення електродів групового заземлювача в ряд і попередньо задаємося кількістю електродів $n = 10$.

Для прийнятої схеми і кількості електродів приймаємо коефіцієнт використання вертикальних стрижневих електродів, розташованих на одній прямій, що пов'язує їх, рівним $\eta_{и} = 0,74$.

Тоді опір такої групи електродів дорівнює, Ом

$$R_{гр.в} = \frac{R_{в.о}}{n \cdot \eta_{и}} = \frac{42,8}{10 \cdot 0,74} = 5,78.$$

Опір розтіканню горизонтального електроду з урахуванням екрануючого ефекту вертикальних електродів, які він з'єднує, визначається з формули, Ом

$$R_{г} = \frac{R_{г.о}}{\eta_{г}},$$

де $R_{г.о}$ – опір розтіканню горизонтального електроду без урахування екранування, визначається за формулою, Ом

$$R_{г.о} = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \ln \frac{l^2}{d \cdot t} = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 40} \ln \frac{40^2}{0,032 \cdot 1,5} = 4,04,$$

де $l = 40$ м – протяжність з'єднуючої полоси для 10 стрижневих заземлювачів з відстанню між ними 4 м.

Коефіцієнт використання η_r горизонтального смугового електроду, що з'єднує вертикальні електроди групового заземлювача приймаємо рівним 0,75.

Тоді

$$R_r = \frac{R_{r.0}}{\eta_r} = \frac{4,04}{0,75} = 5,38.$$

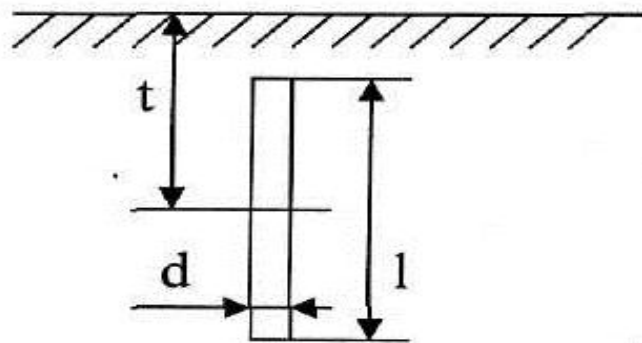
Опір групового заземлювача, що складається з вертикальних стрижневих електродів і з'єднуючої смуги (горизонтального електрода), визначається за формулою, Ом

$$R_{гр} = \frac{R_{в.0} \cdot R_{г.0}}{R_{в.0} + R_{г.0}} = \frac{42,8 \cdot 4,04}{42,8 + 4,04} = 3,69,$$

$$R_{гр} < R (2,4 < 4).$$

Розрахована кількість заземлювачів забезпечує захист людини у випадку дотику його до металічних частин, що знаходяться під напругою.

Розрахункова схема одиночного вертикального заземлювача приведена на рисунку 4.1.



l – довжина заземлювача, м; t – відстань від поверхні ґрунту до осі заземлювача, м; d – діаметр заземлювача, м.

Рисунок 4.1 – Схема вертикального заземлювача

5 ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Енергетичне господарство планує заздалегідь джерела та потужність системи для стабільної та безперебійної роботи комплексу. Маючи на увазі альтернативні джерела енергії, якість вихідних ресурсів та гнучке регулювання приладами КВП та А можна досягти стабільної роботи енергетичних пристроїв на відходах виробництва. Визначивши енергетичний потенціал та обсяг необхідного ресурсу для живлення опалення, необхідно встановити додаткові резервні акумулятори для накопичення та зберігання енергії

Перспективність децентралізованої енергетики забезпечується наступними факторами:

- неуклонно зростаючий рівень споживання енергії та розширення областей туризму та дикої природи застосовує автономне живлення;
- безкоштовність недоступність первинних енергоресурсів;
- досконала концепція комплексної енергетичної системи КЕС, аеродинамічне та енергетичне подобоє вироблення;
- общий прогрес технічних засобів по перетворюванню первинних ресурсів, електричного обладнання та системної автоматики.

5.1 Визначення собівартості альтернативної енергетики

Використання привабливості відновлюваних джерел енергії полягає в тому, що енергія, створювана вітром або сонцем є невичерпною. Аргументів за застосування вітроенергетичних установок безліч, основними з яких є:

- незалежність від зовнішніх чинників джерело електроенергії; після досягнення терміну окупності вітрогенератор вимагає витрат тільки на його обслуговування;

- застосування вітрогенераторів дозволяє до 80% заощадити витрати на паливо в тих місцях, де генератори працюють на паливі;

- капітальні витрати на вітроенергетичний комплекс в порівнянні з традиційними джерелами електроенергії нижче; терміни введення в експлуатацію вітрогенераторів досить короткі; вітроенергетичні установки не забруднюють навколишнє середовище.

Тому, якщо установка лежить на балансі споживача, то він несе витрати тільки на початковий монтаж, закупівлю обладнання та подальші експлуатаційні витрати. Основне завдання полягає у визначенні собівартості електроенергії за 1 кВт/год як показника економічної ефективності проекту.

Визначення витрат на обладнання ВЕУ

$$Z_v = (Z_{\text{ВЕС}} + Z_{\text{каб}} + Z_{\text{СМР}}) + Z_{\text{трем}} + Z_{\text{зп}}, \quad (5.1)$$

де $Z_{\text{веу}}$ - вартість вітроенергетичної установки (вітрова роторна турбіна, номінальна потужність $P_n = (0,5 \dots 1)$ кВт, номінальний ток 25А, номінальна швидкість $S_n = 120$ об/хвил), вартість приймалося рівній 21,6 тис. грн за кожну одиницю.

Визначимо витрат на ВЕУ при встановленні 4 одиниць, грн

$$Z_{\text{веу}} = Z_1 \times 4 = 21600 \times 4 = 86400, \quad (5.2)$$

де $Z_{\text{каб}}$ - витрати кабеля марки АВВГ - (2х2,5) для лінії передачі електричної енергії (50м), склала 90 грн/м.

Визначимо витрати на прокладку кабелю, грн

$$Z_{\text{каб}} = Z_y \times L = 90 \times 50 = 4500. \quad (5.3)$$

$Z_{\text{смр}}$ - вартість будівельно монтажних робіт, приймаються, тис грн

$$Z_{\text{смр}} = 0,1 \times (Z_{\text{об}} + Z_{\text{каб}}) = 0,1 \times (86,4 + 4,5) = 9,09. \quad (5.4)$$

Авідр - амортизаційні відрахування, це відшкодування фізичного і морального зносу активів установки, шляхом включення частини їх вартості у витрати на виробництво електричної енергії, грн.

$$\begin{aligned} A_{\text{відр}} &= 0,08 \times (Z_{\text{веу}} + Z_{\text{смп}} + Z_{\text{каб}}) = \\ &= 0,08 \times (86,4 + 9,09 + 4,5) = 7,99. \end{aligned} \quad (5.5)$$

З_{трем}- витрати на ремонт і обслуговування устаткування, приймаються, грн

$$Z_{\text{трем}} = 0,15 \times A_{\text{відр}} = 0,15 \times 7,99 = 1,19. \quad (5.6)$$

Витрати на заробітну плату, визначається пропорційністю споживання електричної енергії за рік. Загальна споживання електроенергії за рік становить 13546 кВт годин, тепер це навантаження розподілимо:

1. Вітроелектричні установки - $9 \text{ кВт} \times 8760 \text{ годин} = 78840 \text{ кВт/годин}$;
2. Сонячна установка – $25,6 \text{ кВт} \times 8760 \text{ годин} = 224256 \text{ кВт/годин}$;
3. Біогазова установка з турбіною – $30 \text{ кВт} \times 8760 \text{ годин} = 262800 \text{ кВт/годин}$.

Визначення витрат на заробітну плату для обладнання ВЕУ, тис грн

$$Z_{\text{зп}} = K_{\text{ш}} \times 18 \times 1,21 \times 12 = 1 \times 18 \times 1,21 \times 12 = 261,36, \quad (5.7)$$

$$Z_{\text{зп}} = 261,36 \times 0,6 = 156,18.$$

Визначимо витрати на обладнання, тис. грн

$$Z_{\text{в}} = (86,4 + 9,09 + 4,65) + 2,46 + 156,18 = 258,63.$$

Собівартість 1 кВт год електричної енергії для обладнання ВЕУ визначається, грн./кВт

$$S_B = \frac{A_{\text{відр}} + Z_{\text{тр}} + Z_{\text{зп}}}{E_{\text{ВЕУ}}} = \frac{7,99 + 2,46 + 156,18}{9} = 18,51. \quad (5.8)$$

5.2 Визначення собівартості електроенергії сонячної станції

Сонячна енергетика - одна з найбільш швидко зростаючих галузей світової економіки. Великий потенціал зростання галузі альтернативної енергетики взагалі обумовлений такими глобальними чинниками, як необхідність забезпечення національної енергобезпеки, зростаюча стурбованість екологічними наслідками використання викопних джерел енергії, а також їх стійке подорожчання.

Вартість електрики, що виробляється за рахунок енергії сонця, динамічно знижується.

В 1976 р вона становила близько \$ 2 за кВт/год, то сьогодні — від \$ 0,15 до \$ 0,50 за кВт/год (в середньому — \$ 0,25 за кВт/год). За прогнозами, при поточних темпах технологічних інновацій, зниження цін на матеріали і зростання обсягів встановлених потужностей, вартість «сонячної» електрики може знижуватися на 8% щорічно або навпіл протягом 8 років. На думку Європейської Асоціації фотовольтаїки (EPIA), до 2020 року вартість електроенергії, що виробляється «сонячними» системами знизиться до рівня менше 0,10 €/ кВт/год для промислових установок і менш 0,15 €/ кВт /год для установок в житлових будинках.

Визначення витрат на обладнання СЕУ, тис. грн

$$Z_{\text{СП}} = (Z_{\text{СЕУ}} + Z_{\text{КАБ}} + Z_{\text{СМР}}) + Z_{\text{трем}} + Z_{\text{зп}}. \quad (5.9)$$

де $Z_{\text{СП}}$ – витрати на сонячні панелі.

На об'єкті будуть встановлені сонячні панелі типу Heliomax - 220 В загальною кількістю 116 одиниць, сумарна настановна потужність панелей дорівнює 25 кВт, грн

$$Z_{\text{сеу}} = 142,54 \text{ у.е.} \times 116 = 16535 \text{ у.е.} \times 26,7 = 441475.$$

$Z_{\text{каб}}$ - витрати на кабелі марки АВВГ - (2х2,5) для лінії передачі електричної енергії (60 м), склало 90 грн/м,

Визначимо витрат на прокладку кабелю по формулі (5.3)

$$Z_{\text{каб}} = Z_y \times L = 90 \times 60 = 5400. \quad (5.10)$$

$Z_{\text{смп}}$ - вартість будівельно монтажних робіт, визначається за формулою (5.4), тис.грн

$$\begin{aligned} Z_{\text{смп}} &= 0,1 \times (Z_{\text{об}} + Z_{\text{каб}}) = \\ &= 0,1 \times (441,47 + 5,4) = 44,68. \end{aligned} \quad (5.11)$$

Авідр - амортизаційні відрахування, це відшкодування фізичного і морального зносу активів установки, шляхом включення частини їх вартості у витрати на виробництво електричної енергії. Визначаємо за формулою (5.10), грн

$$\begin{aligned} A_{\text{відр}} &= 0,08 \times (Z_{\text{СП}} + Z_{\text{смп}} + Z_{\text{каб}}) = \\ &= 0,08 \times (441,47 + 44,68 + 5,4) = 39,32. \end{aligned} \quad (5.12)$$

$Z_{\text{трем}}$ - витрати на ремонт і обслуговування устаткування, визначається за формулою (5.6), грн

$$Z_{\text{трем}} = 0,15 \times A_{\text{відр}} = 0,15 \times 39,32 = 5,89. \quad (5.13)$$

З_{зп} - витрати на заробітну плату, визначається пропорційністю на споживання електричної енергії за рік (5.7), тис.грн

$$\begin{aligned} Z_{зп} &= K_{ш} \times 18 \times 1,21 \times 12 = \\ &= 1 \times 18 \times 1,21 \times 12 = 261,36 . \end{aligned} \quad (5.14)$$

Визначимо витрати на обладнання, тис. грн

$$Z_{СП} = (441,47 + 44,68 + 5,4) + 5,89 + 261,36 = 758,8 . \quad (5.15)$$

Собівартість 1 кВт год електричної енергії, що виробляється СЕУ, грн/кВт

$$S_C = \frac{A_{відр} + Z_{тр} + Z_{зп}}{E_{СП}} = \frac{39,32 + 5,89 + 261,36}{25} = 12,26 . \quad (5.16)$$

5.3 Визначення собівартості електроенергії біогазової станції

Визначення витрат на обладнання станції, тис. грн

$$Z_{БГ} = (Z_{БГ} + Z_{ТУРБ} + Z_{СМР}) + Z_{зп} , \quad (5.16)$$

де $Z_{БГ}$ – біогазова установка Winter-10, складається з реактору, блоку автоматики, газгольдеру, газової системи. Вартість установки 144180 грн.

$Z_{ТУРБ}$ - витрати на турбіну марки VTA-30, потужність 30 кВт/год, вартість 66750 грн.

$$Z_{турб} = Z_y \times L = 66750 \times 1 = 66750 . \quad (5.17)$$

$Z_{\text{смп}}$ - вартість будівельно монтажних робіт, визначається за формулою (5.4), тис. грн

$$\begin{aligned} Z_{\text{смп}} &= 0,1 \times (Z_{\text{бг}} + Z_{\text{турб}}) = \\ &0,1 \times (144,18 + 66,75) = 21,09 . \end{aligned} \quad (5.18)$$

$A_{\text{відр}}$ - амортизаційні відрахування, приймаються в розмірі 8 % від сумарних капіталовкладень в енергозабезпечення птахоферми, визначається за формулою (5.5), грн

$$\begin{aligned} A_{\text{відр}} &= 0,08 \times (Z_{\text{бг}} + Z_{\text{смп}} + Z_{\text{турб}}) = \\ &= 0,08 \times (144,18 + 21,09 + 66,75) = 18,56 . \end{aligned} \quad (5.19)$$

$Z_{\text{зп}}$ - витрати на заробітну плату, визначається аналогічно варіанту, тис. грн

$$Z_{\text{зп}} = K_{\text{ш}} \times 18 \times 1,21 \times 12 = \quad (5.20)$$

$$1 \times 18 \times 1,21 \times 12 = 261,36 ,$$

$$Z_{\text{зп}} = 261,36 \times 0,2 = 52,27 . \quad (5.21)$$

Визначимо витрати на обладнання біогазової станції. Собівартість 1 кВт/год електричної енергії біогазової станції визначається, грн/кВт

$$S_{\text{АБ}} = \frac{A_{\text{відр}} + Z_{\text{зп}}}{E_{\text{АКБ}}} = \frac{18,56 + 261,36}{30} = 9,33 . \quad (5.22)$$

5.4 Визначення середньої собівартості електричної енергії, грн/кВт

$$S_{\text{сер}} = \frac{S_B \times E_B + S_C \times E_C + S_A \times E_A}{\sum E_{\text{річн}}} = \quad (5.23)$$

$$\frac{9 \times 18,51 + 25,6 \times 12,26 + 30 \times 9,33}{65} = 11,77.$$

На рисунку 5.1 зображено собівартість 1 кВт енергії в різних енергетичних установках.

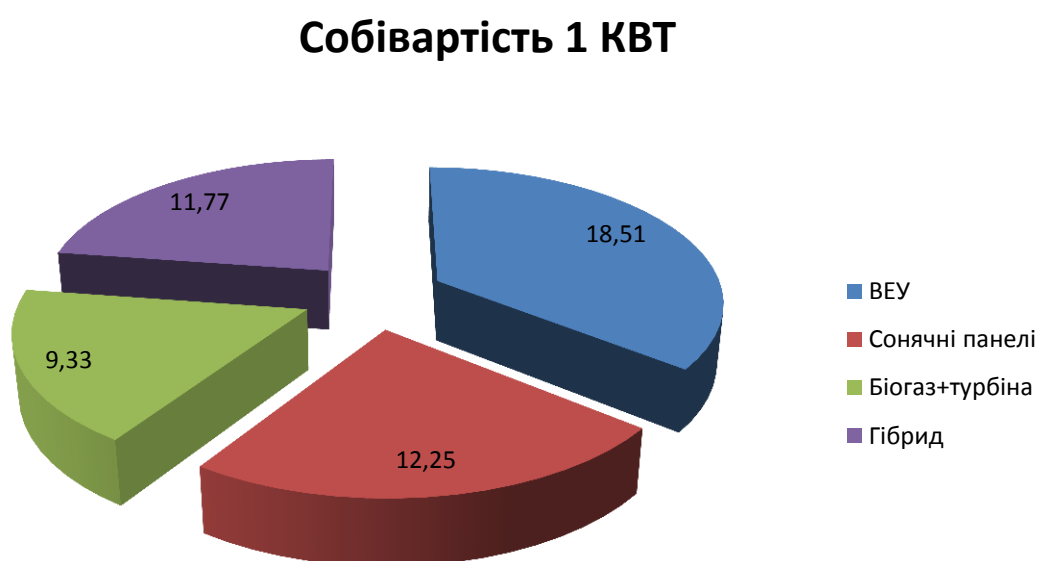


Рисунок 5.1 - Собівартість 1 кВт енергії в різних енергетичних установках

Відповідно до цих зобов'язань кожна енерговиробна організація повинна мати сертифікати відновлюваної енергії на певний обсяг виробленої електроенергії. Сертифікат відновлюваної енергії є документ, що підтверджує факт виробництва одиниці електричної енергії від ВДЕ і передачі її в електричну мережу. При використанні ВДЕ енерговиробної організації надається право випускати і продавати сертифікати відновлюваної енергії на обсяг електричної енергії, виробленої з

використанням ВДЕ. Вартість сертифіката відображає різницю між ринковою вартістю електроенергії і вартістю електроенергії від ВДЕ. Таким чином, енерговиробним організаціям, які використовують ВДЕ, надається можливість продати електроенергію на оптовому ринку електричної енергії, а також продати сертифікати, що забезпечить економічну рентабельність використання ВДЕ. Купівля-продаж сертифікатів буде здійснюватися в рамках програми сертифікатів відновлюваної енергії. Адміністрування програмою сертифікатів доручається регіональній паливній компанії.

Пріоритети по капіталовкладенням представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічна доцільність капіталовкладень по енергозберігаючим заходах.

Назва енергозберігаючого захода	Капіталовкладення	Експлуатаційні витрати	Прибуток	Строк окупності	Пріоритет
	грн	грн	грн	Рік	
Вітрогенератори	86400			1,67	3
Сонячний колектор	441475		1204500	0,85	2
Біогазова установка	210930			0,4	1
Утеплення стін	78500			0,15	1
Інфрачервоні обігрівачі UFO	64000			0,123	1
Прокладка ЛЕП		517000			

ВИСНОВОК

У магістерській роботі описано і вивчено стан проблеми незалежного опалення комплексу тваринницького комплексу ТОВ «Вілнес» для розведення поголів'я тварин, досліджено питання оптимального мікроклімату для підвищення інтенсивності технологічного процесу та теплотехнічні параметри контролю датчиками автоматизації.

Аналіз показує, що не залежно від типу технологічного процесу існує багато компонентів відхідного ресурсу для забезпечення умов опалення. Дослідження сучасного стану об'єкту та пропозиція екологічних матеріалів для підвищення енергоефективності комплексу – задача енергетика підприємства.

Результати досліджень теплотехнічних процесів:

- температура і робочий тиск істотно впливають на параметри мікроклімату об'єкту;
- з підвищенням температури прискорюються процесу теплообміну та візуалізується питання автоматизації комплексу. Наявність датчиків КВП та А прискорює процеси кондиціонування комплексу по заданих параметрах;
- зі зростанням робочого тиску забезпечення сировинним матеріалами зростає, виникає питання правильного збереження в еталонному стані;
- при підвищенні температури виникає питання підвищення споживання електричної напруги для забезпечення потреб опалення;
- з підвищенням робочого тиску потреба контролю за мікрокліматом зростає та виникає питання індикації значення робочого тиску для регулювання мікрокліматом;
- продуктивність тваринницького комплексу залежить від кліматичних та атмосферних опадів, для забезпечення безпеки технологічного процесу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1 Андоньев С.М., Баландин В.С., Белоконов С.М. и др. Очистка водного и воздушного бассейнов на предприятиях черной металлургии.- М.: Металлургия, 1975. - 245с.
- 2 Зацепин В.Н., Шигорин Г.Г. Канализация. - Л.: Стройиздат, 1976. - 272 с.
- 3 ДБН В 2.5-74-2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. К.: Мінрегіон України, 2016.
- 4 СНиП 2-32-74. Канализация. Наружные сети и сооружения: Нормы проек-тирования.-М.: 1975.
- 5 Долин П.А. Справочник по технике безопасности, 6-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 308 с.
- 6 Князевский Б.А Охрана труда в электроустановках. - М.: Высшая школа, Изд 3-е. 1983. - 336 с.
- 7 ДБН 2.5-28-2006. Естественное и искусственное освещение.
- 8 ДБН В 2.2-20-2008. Здания и сооружения.
- 9 ДБН В 2.5-67-2013. Температура та швидкість руху повітря.
- 10 ДБН В 2.5-56-2014. Системи протипожежного захисту.
- 11 Тарасов В.К.Безпека експлуатації будівель та споруд [Текст] : навч.-метод. Посібник [для студ. ЗДІА на пряму підготовки 6.170202 "Охорона праці" / В. К. Тарасов, Ю. В. Куріс, , І. О. Кутузова ; ЗДІА. – Запоріжжя, ЗДІА. 2017. - 246 с.
- 12 Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий: М, Стройиздат, 1977. - 28 с.
- 13 Правила безопасности в агломерационном производстве, М.: Metallurg - издат, 1970. - 45 с.
- 14 Донченко М.Н. Методические указания к выполнению экономической части дипломного проекта. -Запорожье: ЗИИ, 1983 . - 20 с.

15 Беличенко А.Г., Семенов Н.П. Экономическое и организационное обоснование дипломных проектов и курсовых работ. Учебное пособие. К.: УМКВО, 1991. - 228 с.

16 Белкин И.Г. Организация планирования и управления строительным производством. - М.: Высшая школа, 1986. - 424 с.

17 Хамзин В.Г., Карасев П.М. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование. - М.: Высшая школа, 1989. - 216 с.

18 Проектирование организации промышленного строительства: Краткий справочник. Уваров Е.П. - Киев: Будивельник, 1984. - 128 с.

19 Иванов А.М., Михайловский В.Я., Галабицкий Б.В., Червинский К.А. Влияние гидродинамических факторов на устойчивость водных растворов бикарбоната кальция // Украинский химический журнал. - 1978. - Т.44, №7. - С.721-724.

20 Шуб В.Б., Хвостак Л.Л., Пантелят Г.С., Муха В.И. Водооборотные системы на металлургических предприятиях // Водоснабжение и санитарная техника. - 1987. - №12. - С.25-26.

21 Никулин С.Е. Усовершенствованная система оборотного водоснабжения: Дисс. канд. техн. наук. - Харьков: НДПИ «Энергосталь», 1994. - 233 с.

22 Левашова Ю.С. Очищення стічних вод від механічних мінеральних домішок у прямоточних вихрових апаратах: Дис. канд. техн. наук. - Харків: ХДТУБА, 2007. - 145 с.

23 Третьяков О.В. Термодинаміка гомогенної кристалізації з розчинів. Монографія / О.В. Третьяков - Харків, НУЦЗУ. 2010 - 295 с.

24 Третьяков О.В. Вплив гомогенної кристалізації на утворення відкладень важкорозчинних сполук на теплопередаючих поверхнях / О.В. Третьяков // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. Університет цивільного захисту України. - Х.: УЦЗУ. - 2006. - Вип. 4. - С. 251 - 258.

25 Крицкий В.Г. Диаграмма состояния карбоната кальция в зависимости от рН среды, жесткости, кристаллизационного напора,

концентрации свободной CO_2 как способ регулирования отложений в бойлерах в интервале температур 160°C / В.Г. Крицкий, О.В. Третьяков, А.С. Крепак // Информационный листок о научно – технических достижениях № 86 - 2254. - М.: ВИМИ, 1986.

26 Чехов А. П., Глущенко В. М. Захист будівельних конструкцій від корозії. - К., 1994. - 260 с.

27 Сафрончик В.І. Захист від корозії будівельних конструкцій і технологічного устаткування. - Л., 1988.

28 Апарцев М.М., Камінська О.Д., Каплинский Я.І. та ін Інструкція з експлуатації теплових мереж. - М: Енергія, 1972. - 201 с.

29 Преображенський В.П. Теплотехнічні вимірювання та прилади. М: Енергія, 1978. - С.245-260.