

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 Підвищення енергоефективності використання альтернативної енергії для теплопостачання садового комплексу селища Машинівка.

Виконав: студент 2 курсу, групи ТЕ-18-1
спеціальності 144 Теплоенергетика

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Теплоенергетика

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Ю. В. Серебряков

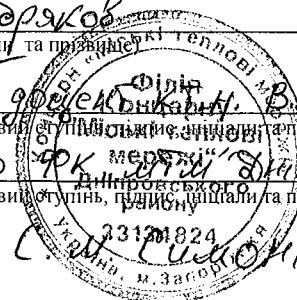
(ініціали та прізвище)

Керівник В. І. Бахтін

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент Директор

(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)

Серебрякову Юрію В'ячеславовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Дослідження ефективності системи автономного теплопостачання садового комплексу селища Малишівка.

керівник роботи доцент к.т.н. Бахтін В.І.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

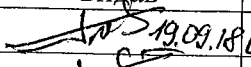
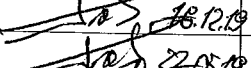
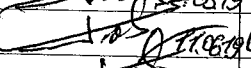
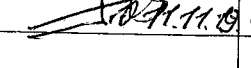
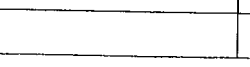
2 Строк подання студентом роботи 26.12.2019 р.

3 Вихідні дані до роботи Споживання енергії 125 кВт/год; водопостачання скл. 1,3 м³/год; насаджено 140 га дерев; число співробітників - 15; Обсяг будівлі - 2362,5 м³; Найбільший бак-аккумулятор - 0,095 м³/м²; Площа колектору від 6 до 1400 м²

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз об'єкту дослідження; 2. Дослідження автономного забезпечення опалення; 3. Контрольно-вимірювальні прилади; 4. Охорона праці; 5. Техніко-економ. обгр.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Ситуаційний план; 2. Схема сонячного теплопостачання; 3. Газогенераторна установка; 4. Дослідження ефективності використання сонячного опромінення; 5. Дослідження зоряних деревинних сулісній.

6 Консультанти розділів роботи

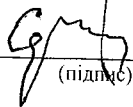
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальний	Бахтін В.І. доц. к.т.н.	 19.09.18	Срм 23.04.19
Дослідний	Бахтін В.І. доц. к.т.н.	 16.12.19	Срм 16.12.19
КВП та А	Бахтін В.І. доц. к.т.н.	 22.05.19	Срм 22.05.19
Охорона праці	Бахтін В.І. доц. к.т.н.	 11.06.19	Срм 11.06.19
Тех.екоп.обзр	Бахтін В.І. доц. к.т.н.	 11.11.19	Срм 11.11.19

7 Дата видачі завдання 19.09.2018р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Формування теми магістерської роботи	19.09.2018р.	виконано
2.	Збір даних по об'єкту дослідження	23.04.2019р.	виконано
3.	Аналіз світових теплотехнічних рішень	06.05.2019р.	виконано
4.	Проведення переддипломної практики	27.09.2019р.	виконано
5.	Проведення теплотехнічних досліджень	22.10.2019р.	виконано
6.	Формування розділу КВП та А	04.11.2019р.	виконано
7.	Проведення техніко-економічн. досліджень	02.12.2019р.	виконано
8.	Попередній захист дипломного проекту	26.12.2019р.	виконано.

Студент


(підпис)

Ю.В. Серебряков
(ініціали та прізвище)

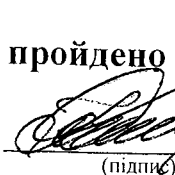
Керівник роботи (проекту)


(підпис)

В.І. Бахтін
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

Ю.М. Каюков
(ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Серебряков Ю. В. Дослідження ефективності роботи автономного опалення садового комплексу селища Малишівка.

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

Проведено патентний пошук та літературний огляд світових опалювальних пристроїв для потреб децентралізованого садового приміщення. Розраховано тепловтрати будинку, вивчені його конструктивні характеристики. Складено енергетичний баланс для приміщення та виявлено поточні тепловтрати. Розраховано кількість біомаси для проектування біогазової установки. Запропоновано використання вітроенергетичної установки в польових умовах. Досліджено ефективність роботи установки в період межсезону.

На основі даних про життєдіяльність коров розраховано кількість потенційної біомаси для впровадження біогазової установки.

При розрахунку сонячної інсоляції визначено кількість сонячних днів та потрібну кількість електричної енергії для потреб опалення.

Розроблено підхід до проектування локальних теплотехнічних пристроїв використання місцевої сировини, який заснований на розрахунках тепловологісного стану, оцінці теплотехнічної ефективності огорожувальних конструкцій в експлуатаційних умовах.

Виконано економічну оцінку доцільності впровадження теплотехнічного устаткування, розраховано собівартість 1 кВт енергії сонячних колекторів, біомаси та акумуляторів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МІКРОКЛІМАТ, ТРИСКИ, КОРОВА, ІНСОЛЯЦІЯ, ТЕПЛОВТРАТИ, ВОЛОГА, ТЕПЛООБМІН, ТЕМПЕРАТУРА, БІОМАСА, ЕНЕРГООЩАДНІСТЬ.

SUMMARY

Serebryakov Yu. V. The research of the efficiency of autonomous heating of the garden complex Malyshivka settlement.

Qualifying final work for obtaining a master's degree in higher education by specialty 144 – Thermal power, scientific supervisor V. M. Nazarenko. Zaporizhzhya State Engineering Academy. Faculty of Energy, Electronics and Information Technologies, 2019.

A patent search and literary review of global heating devices for the needs of a decentralized garden space has been carried out. The heat loss of the house is calculated, its design characteristics are studied. The energy balance for the premises is made and the current heat loss is detected. The amount of biomass for biogas plant design is calculated. The use of a wind power plant in the field is proposed. The efficiency of the installation during the inter-season period is investigated.

On the basis of cow livelihoods data, the potential biomass amount for biogas installation is calculated.

When calculating solar insolation, the number of sunshine days and the required amount of electric energy for heating needs are determined.

The approach to design of local heat engineering devices for the use of local raw materials, which is based on the calculations of the thermal state, is evaluated, and the thermal engineering efficiency of the enclosing structures under operating conditions is developed.

The economic assessment of feasibility of the implementation of heat engineering equipment has been performed, the cost of 1 kW of solar collectors energy, biomass and accumulators has been calculated.

KEYWORDS: MICROCLIMATE, TRISK, CROW, INSULATION, HEAT, HUMIDITY, HEAT EXCHANGE, TEMPERATURE, BIOMASS, ENERGY.

АННОТАЦИЯ

Серебряков Ю.С. Исследование эффективности работы автономного отопления садового комплекса поселка Малышовка.

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 144 - Теплоэнергетика, научный руководитель А. М. Назаренко. Запорожская государственная инженерная академия. Факультет энергетики, электроники и информационных технологий, 2019.

Проведен патентный поиск и литературный обзор мировых отопительных приборов для нужд децентрализованного садового объекта. Рассчитано теплотери дома, изучены его конструктивные характеристики. Составлен энергетический баланс для помещения и выявлены текущие теплотери. Рассчитано количество биомассы для проектирования биогазовой установки. Предложено использование ветроэнергетической установки в полевых условиях. Исследована эффективность работы установки в период межсезонья. На основе данных о жизнедеятельности коров рассчитано количество потенциальной биомассы для внедрения биогазовой установки.

При расчете солнечной инсоляции определено количество солнечных дней и нужное количество электрической энергии для нужд отопления.

Разработан подход к проектированию локальных теплотехнических устройств использования местного сырья, который основан на расчетах тепловлажностного режима, оценке теплотехнической эффективности ограждающих конструкций в эксплуатационных условиях.

Выполнено экономическую оценку целесообразности внедрения теплотехнического оборудования, рассчитаны себестоимость 1 кВт энергии солнечных коллекторов, биомассы и аккумуляторов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МИКРОКЛИМАТ, ЩЕПКИ, КОРОВА, ИНСОЛЯЦИИ, ТЕПЛОПТЕРИ, ВЛАЖНОСТЬ, ТЕПЛООБМЕН, ТЕМПЕРАТУРА, БИОМАССА, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.

ЗМІСТ

ВСТУП	
1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	
1.1 Загальні положення про підприємство	
1.2 Ціль та предмет діяльності.....	
1.3 Використання сонячної лузги для опалення	
1.4 Використання деревних відходів для опалення	
1.5 Торф'яні брикети для опалення приміщень	
1.6 Опалення за допомогою соломи	
1.7 Автоматизоване електропостачання	
1.7.1 Сфера застосування	
1.7.2 Основні переваги автономного теплопостачання.....	
1.7.3 Види автономних установок	
1.7.4 Принцип роботи і особливості експлуатації	
1.7.5 Різновидів сонячних електростанцій.....	
1.7.6 Принцип роботи сонячних батарей.....	
1.7.7 Переваги сонячних електростанцій.....	
2 ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОНОМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПАЛЕННЯ САДОВОГО КОМПЛЕКСУ	
2.1 Розрахунок сонячної електростанції	
2.1.1 Вихідні дані.....	
2.1.2 Вплив теплообмінника, розділюючого колектор на бак-аккумулятор.....	
2.2 Розрахунок навантаження теплопостачання.....	
2.3 Розрахунок навантаження гарячого водопостачання для січня.....	
2.4 Розрахунок навантаження теплопостачання для січня	
2.5 Розрахунок довгострокових характеристик ССТ для січня	

2.6 Розрахунок економічних параметрів ССТ	
2.7 Розрахунок вітроколеса	
2.8 Кількість днів роботи установки.....	
2.9 Розрахунок біогазової установки.....	
2.10 Розрахунок газогенераторної станції.....	
2.10.1 Процес газифікації, тепловий та матеріальний баланс процесу.....	
2.10.2 Розрахунок продуктів піролізу.....	
2.10.3 Розрахунок процесу газифікації.....	
2.10.4 Матеріальний баланс піролізу.....	
2.11 Приход тепла.....	
2.12 Витрата тепла.....	
2.13 Розрахунок складу газу на 100 кг бурого вугілля.....	
2.14 Розрахунок основних параметрів газогенератору.....	
2.15 Розрахунок станції по зворотному циклу.....	
3 КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ І АВТОМАТИКА.....	
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	
4.1 Основні шкідливі і небезпечні виробничі фактори ділянки водопідготовки котельної.....	
4.2 Основні правила техніки безпеки при обслуговуванні обладнання ВПУ і при роботі в хімлабораторії.....	
4.2.1 Вимоги безпеки перед початком роботи.....	
4.2.2 Підготовка робочого місця.....	
4.2.3 Вимоги безпеки під час роботи.....	
4.2.4 Вимоги безпеки після закінчення роботи.....	
4.2.5 Дії персоналу при аварійних ситуаціях і зміни технологічного режиму.....	
4.3 Заходи щодо усунення небезпечних та шкідливих факторів.....	
4.4 Електрообладнання.....	

4.5 Розрахунок захисного заземлення.....	
4.6 Природне і штучне освітлення.....	
4.7 Вентиляція.....	
4.8 Побутові і допоміжні приміщення.....	
4.9 Засоби індивідуального захисту.....	
4.10 Пожежна безпека.....	
4.10.1 На території районів, ділянок, цехів і служб забороняється.....	
4.10.2 Профілактичні протипожежні заходи.....	
4.10.3 Засоби пожежогасіння.....	
4.11 Блискавкозахист.....	
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	
5.1 Техніко економічне обґрунтування проекту газогенераторної котельної.....	
5.2 Розрахунок економічних показників ССТ.....	
5.3 Економічна ефективність біогазової установки.....	
5.4 Визначення економічних пріоритетів садового комплексу.....	
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	

ВСТУП

В магістерській роботі розглядається застосування альтернативних джерел енергії для децентралізованого комплексу - енергію вітру, сонця, та способи перетворення в електричну енергію промислової якості.

В теоретичній частині порівнюються теплотехнічні установки і підбирається найефективніший підхід для комплексу по обладнанню, автономне енергозабезпечення в нашому об'єкті буде здійснюватися з використанням комбінованого комплексу вітер-сонце-пелети. У садовому комплексі ВРТБ, дизельна електростанція, сонячні панелі і акумулятори працюють одночасно, і це забезпечує безперебійну вироблення і подачу енергії для садового комплексу при зміні погоди. Сонячне та вітрове джерело доповнюють один одного: коли знижується сонячна радіація, посилюється вітер і навпаки. У випадках відсутності сонця і вітру для підтримки заряду акумуляторних батарей і енергозабезпечення об'єкта буде використана ДЕС.

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

Мета і завдання досліджень. Розробка пропозицій, щодо створення варіанту автономного опалення садового комплексу Малишівської ради».

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідження поточних витрат на організацію туристичного 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 садового комплексу;

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

- провести дослідження нахилу та проекції лопатей вітроагрегатів для досягнення економічного та теплотехнічного ефекту;
- проаналізувати використання котельні, або інших систем як джерел системи опалення;
- визначити основні і допоміжні матеріали, необхідні для монтажу систем, підібрати машини і механізми необхідні для виконання робіт;
- побудувати календарні плани і визначити техніко-економічні показники;
- 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 садового комплексу.

Предметом дослідження є забезпечення санітарних умов праці співробітників комплексу.

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

Практичне значення і реалізація результатів дослідження. Планується дослідити режими роботи установок та обрати оптимальний з точки зору економіки.

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 9 ілюстрацій та 25 таблиць.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Загальні положення про підприємство

Садовий комплекс (ПРАТ "Малишівка") був заснований в 1936 році і мав первинну назву радгосп "Запорізький". Садовий комплекс "Малишівка" знаходиться на відстані в 12 км від міста Запоріжжя, в 3-х км від траси М-103. Поруч знаходяться елеваторні комплекси селища Чабанівка в 1-му км. Підприємство знаходиться на території однойменного села Малишівка Сонячної сільської ради Запорізького району, розташовано на висоті 112 метрів над рівнем моря. Село засноване менонітами із Західної Пруссії у 1790 р. під назвою Неєнбург (або Нейєнбург, Малишівка) і було німецькою колонією у складі [Хортицької волості](#) Катеринославського повіту. На 1886 рік тут було 423 мешканці, 38 двори, школа, магазин, поштова станція, Основною діяльністю підприємства з моменту його створення і до теперішнього часу являється вирощування КРС, кроликів, садівництво. Незважаючи на серйозні труднощі в період реорганізації сільського господарства ПРАТ "Малишівка" зберегло спеціалізацію, колектив висококваліфікованих працівників питомніководства і садівництва. Наше підприємство має в розпорядженні необхідну базу для виробництва високоякісної продукції. Є ділянки розмноження і формування посадочного матеріалу, маточник слаборослого підщепи, матково-живцеві сади матково-насінні сади. Щорічно підприємство проходить атестацію помологочно-ампеолографічної службою. Ми вирощуємо посадочний матеріал фруктів, що районує, якість якого упродовж багатьох десятиліть підтверджена садівничими господарствами і постійними клієнтами. Ми маємо в розпорядженні великий асортимент саджанців плодових культур, що районує. Останнім часом серйозну увагу приділяємо декоративному садівництву. У великому асортименті саджанці винограду. Уся продукція вирощується в природних умовах степу на богаре (без зрошення), тому вирощений нами посадочний матеріал життєздатний, невибагливий, добре приживається. По кількості вирощуваних плодів ПРАТ "Малишівка" займає друге місце в Запорізькій області.

1.2 Ціль та предмет діяльності

Суспільство створене з метою отримання прибутку, задоволення інших потреб і інтересів його засновників (акціонерів), суб'єктів господарювання, населення і розвитку економіки регіону а держави в цілому шляхом здійснення господарської і інших видів діяльності, які прямо не заборонені чинним законодавством.

Предметом діяльності суспільства є :

- вирощування зернових культур (окрім рису), бобових культур і насіння олійних культур;

- вирощування рису;

- вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодові бульбоплодів;

- вирощування тютюну;

- вирощування культур прядива;

- вирощування інших однорічних і дворічних культур;

- виноградарство;

- вирощування тропічних і субтропічних фруктів;

- вирощування цитрусових;

- вирощування зерняток і кісточкових фруктів;

- вирощування ягід, горіхів, інших фруктів;

- вирощування олійних плодів;

- вирощування культур для виробництва напоїв;

- вирощування пряних, ароматичних і лікувальні рослини;

- вирощування інших багаторічних культур;

- відтворення рослин;

- розведення великої рогатої худоби молочних порід;

- розведення іншої великої рогатої худоби і буйволиць;

- розведення коней і інших тварин сім'ї кінських;

- розведення верблюдів і інших тварин сім'ї верблюжих;

- розведення овець і кіз;

- розведення свиней;

- розведення свійської птиці;
- розведення інших тварин;
- змішано сільське господарство;
- допоміжна діяльність в рослинництві;
- допоміжна діяльність в тваринництві;
- після урожайна діяльність;
- обробка насіння для відтворення;
- полювання, вилов тварин і надання пов'язаних з ними послуг;
- лісівництво і інша діяльність в лісовому господарстві;
- лісівництво і інша діяльність в лісовому господарстві;
- лісозаготівлі;
- збір дикорослих не деревних продуктів;
- надання допоміжних послуг в лісовому господарстві;
- прісноводне рибальство;
- прісноводне рибництво (аква культура);
- виробництво м'яса свійської птиці;
- виробництво м'ясних продуктів;
- перероблення і консервація риби, ракоподібних і молюсків;
- перероблення і консервація картоплі;
- виробництво фруктових і овочевих соків;
- інші види перероблення і консервації фруктів і овочів;
- виробництво олії і тваринних жирів;
- виробництво маргарину і подібних харчових жирів.

1.3 Використання сонячної лузги для опалення

Найбільш ефективним способом виробництва твердого біопалива є гранулювання, оскільки при цьому кінцева вологість готового продукту складає всього (8 ... 12) %, а вихідний матеріал ущільнюється у 5 – 10 разів. Гранульоване біопаливо володіє також рядом інших переваг, серед яких слід

відмітити постійність якісних характеристик, зручність зберігання, можливість використання в опалювальних системах з автоматичною подачею палива.

Ця сировина не потребує попередньої сушки, тому що має вологість не більш (14 ... 15) %. Соняшникова лузга подрібнюється за допомогою молоткової дробарки та подається безпосередньо на лінію гранулювання. Перед пресуванням подрібнена соняшникова лузга повинна пройти волого-термічну обробку (обробку гострим паром, а при недостатній вологості – гарячою водою). При виході з камери, що пресує, гранулятора гранули необхідно охолодити, відсіяти від крихти, яка утворилася при гранулюванні та транспортуванні та передати на зберігання безтарно (насіпкою чи у бункері) або у тарі (мішках чи біг-бегах).

1.4 Використання деревних відходів для опалення

Також в якості біопалива можна використовувати деревні відходи. Деревна біомаса класифікується згідно з походженням (способу отримання). Кожній групі привласнюється свій код. Через різноманітності походження видів палива в цій групі воно розрізняється і за якістю (якісним показникам):

- тріска, отримана з деревини прохідних і санітарних рубок, рубок відходу;
- тріска, отримана з відходів деревообробки, перероблених відходів, що не містять хімічних домішок, і б/у дерев'яних конструкцій (непридатні до подальшої експлуатації європелети, будівельні ліси і кріплення, столярні вироби і т. п.).

Зростає і інтерес до тріски, отриманої в результаті ландшафтних робіт по догляду за зеленими насадженнями в парках, рекреаційних зонах, смугах відчуження залізниць і автобанів, а також до тріски, що отримується зі швидкорослих дерев, що вирощуються на спеціальних плантаціях.

Спалювання тріски відбувається в автоматичному режимі. Вартість отримання одного кіловата теплової енергії в малопотужних котлах, працюючих на трісці, порівнянна з вартістю отримання того ж кіловата у пелетних котлах. Головні відмінності таких котлів від пелетних – великі розміри

накопичувального бункера і паливного складу. За рахунок цього котел разом із складом для тріски дорожче за котельне устаткування, працююче на пелетах.

Недоліки тріски в порівнянні з брикетами і пелетами можна відмітити наступні:

- низька насипна щільність, що робить менш ефективними перевезення;
- більш висока вологість, що обумовлює менше вироблення тепла на одиницю ваги спалюваного матеріалу;
- для спалювання потрібно спеціальні котли на трісці, зазвичай непридатні для інших видів палива.

Для опалення можна використовувати деревні пелети. Пелети – (від англ. pellets) пресовані деревні гранули для твердопаливних котлів систем опалювання, вироблені з відходів деревообробки: тирса, стружки, обрізків і тому подібне, висушених, дрібно подрібнених і спресованих під високим тиском (без додавання єднальних) в циліндри діаметром 6 або 8 мм.

Переваги пелет:

- кількість шкідливих викидів в атмосферу, при їх спалюванні, значно менше ніж у традиційних видів палива (вугілля, соляра, мазут);
- зола (менше 1 %), що утворюється після їх прогорання, може використовуватися як добриво;
- пресовані гранули робляться з поновлюваної, біологічної сировини - деревини;
- вони повністю хімічно і біологічно безпечні, не вимагають особливих умов зберігання.

Найважливішими властивостями пелет є теплотворність та зольність. За цими властивостями виділяють наступні види пелет: преміум, стандарт, індустріальні.

«Преміум» пелети – виробляються з сухої соснової чи ялинкової тирси без додавання різних домішок (кори і т.п.). Зольність таких пелет не перевищує 0,6 %.

«Стандарт» пелети – виробляються з тирси та обрізків деревини шляхом їх подрібнення, використовуються соснові та інші породи дерев (50/50), а також

невелика кількість різних речовин необхідних для укріплення гранул. Зольність пелет «Стандарт» не перевищує 1,5 %.

Індустріальні пелети – виробляються з різних порід деревини з використаннями кори та інших домішок. Як правило, мають сірі чи чорні кольори. Зольність пелет складає більше 1,5 %.

Використання дров для опалення приміщення один з найбільш поширених способів для опалення приміщень. Переваги опалення дровами:

- швидкий обігрів приміщення;
- для такого опалення не потрібно встановлювати радіатори, прокладати систему трубопроводів;
- екологічність такого типу опалення.

Дрова вважають найчистішим видом палива. У опаленні дровами, при багатьох позитивних якостях, є і недоліки. Основний – це великі розміри печі. Якщо спочатку такий вид опалювання не запланований при будівництві приміщення, то потім знайти та виділити місце, проблематично. Сюди слід додати необхідне облаштування димарів. Запас дров знадобиться великий, причина – в низькій калорійності палива, якщо порівнювати з вугіллям, соляркою.

Заготівля дров - це досить трудомісткий і дорогий процес, тому для прибирання оброблюваних культур розроблені спеціальні технології. Одним з кінцевих продуктів прибирання є рулони соломи, які можна легко механізовано транспортувати і зберігати навіть просто неба. Обернуті в поліетиленову плівку, рулони можуть зберігатися просто неба, незважаючи на дощ до наступної весни.

Деревні паливні брикети або євродрова – це зручне, економічне і екологічно чисте паливо. Вони виготовляються з пресованих деревних відходів (тирса, стружка, деревний пил, тріска) без використання єднальних речовин. Вони можуть використовуватися у будь-яких печах, камінах і котлах і є прекрасною заміною дров або кам'яного вугілля.

Пресування євродров здійснюється без введення єднальних добавок. Міцність деревних брикетів забезпечується за рахунок клейких властивостей лігніну – речовини, що входить до складу деревини.

Переваги євро дров:

- висока тепловіддача і тривалий час горіння (у 2 – 2,5 рази вище за березові дрова);
- завжди сухі (вологість < 8 %) і готові до використання;
- низька зольність (< 1 %), відсутність диму, запаху і кіптяви;
- зручна, чиста упаковка, відсутність сміття;
- євродрова дуже компактні і зручні у зберіганні (1 тонна займає 1 м²);
- євродрова безпечні – не виділяють шкідливих речовин при горінні, не вибухонебезпечні, відсутні викиди іскр і вугілля.

Виділення CO₂ при горінні у деревних паливних брикетів в 10 разів менше, ніж у природного газу; у 30 разів менше, ніж у коксу і в 50 разів менше, ніж у вугілля.

Деревні брикети з тирси є пресованим паливом в акуратній компактній упаковці, тобто вимагають істотно меншого місця для зберігання. Крім того, велика щільність перешкоджає проникненню вологи всередину і гниттю.

Опалювальні брикети – це заводський продукт з постійними характеристиками (вага, вологість та ін.). Брикети для опалювання зручні у зберіганні і не схильні до гниття. Термін придатності не обмежений при захищеності від вологи.

Відходи після горіння брикетів можна використовувати у якості добрива.

Паливні брикети з тирси можуть застосовуватися:

- для прямого пічного опалення житлових приміщень (будинку площею 200 м² в добу знадобиться 30 кг брикетів з деревної тирси).
 - для опалення складських і виробничих приміщень.
 - для використання в автономних котельних приватних будинків і селищ.
 - для опалення рухомого складу залізничного транспорту.
- потужність котла при використанні євро дров підвищується до 50 % в порівнянні із звичайними дровами. Виділення сірки при горінні євро дров < 0,08 %, що дозволяє в 3 – 4 рази рідше чистити димар, ніж при використанні дров або вугілля. Маючи усі переваги звичайних дров, брикети з тирси мають ряд істотних переваг: при горінні вони не іскрять і не димлять, при

рівному з дровами об'ємі виділяють тепло значно більше і додавати їх в топку треба в 2-3 рази рідше, ніж деревні поліна.

1.5 Торф'яні брикети для опалення приміщень

Торф'яні брикети – це ще один вид паливних брикетів, які отримують пресуванням зневодненого торфу. Торфобрикети відрізняються тривалим часом горіння і жевріння (4 – 8 годин і більше, залежно від опалювального приладу та об'єму закладки).

Торф'яні брикети зручно розпалювати і зберігати, як і євродрова. Ще одна їх особливість – відносно велика доля відходів після горіння (18-20% початкової маси), які, також як і у випадку з євродровами, можна використати як добриво.

Нині найбільш поширені 3 типи брикетів для опалення:

- паливні брикети RUF (цегла) – робляться методом холодного пресування під високим тиском. Зберігати потрібно захистивши їх від прямих опадів (під навісом). Термін зберігання – до 3 років;

- паливні брикети PiniKau (олівці) – робляться методом гарячого шнекового пресування. Отвори у конструкції брикетів дозволяють створювати тягу усередині брикету, сприяючи горінню без примусової вентиляції, що дає можливість застосовувати його в топках з низькою тягою. Такі брикети можна зберігати в будь-яких умовах. Термін зберігання – до 5 років;

- паливні брикети NESTRO (циліндри) – робляться методом холодного пресування під середнім тиском. Зберігати такі брикети потрібно захистивши їх від вологи (у сухому приміщенні). Термін зберігання – до 1 року.

1.6 Опалення за допомогою соломи

Газогенераторні опалювальні котли на основі спалювання цілісних рулонів соломи завжди розтоплюються дровами. При необхідності можна висушити зовнішній шар рулону.

Соломи зернових в сільському господарстві, як правило, завжди в надмірній кількості. Придатна солома будь-яких зернових культур. Пшенична солома відрізняється особливо рівномірним згоранням, але від неї майже не відстають жито, тритікале, ячмінь і овес. Вміст енергії практично визначається тільки масою сухої речовини. Сильно спресовані, важкі, жорсткі, рулони, які добре зберігають форму краще всього придатні для зберігання і спалювання.

Справжній "енергетичний заряд" виникає через вміст в соломі зерна, яке запресовується разом з соломою в рулон. Але тут треба враховувати, що в такій біомасі у складі білку міститься більше азоту, який потім у вигляді монооксиду азоту входить до складу вихлопу.

Істотний резерв складає солома таких культур, як: рапс, кукурудза, мискантус.

Вологість є дуже важливим критерієм якості. Вологість соломи має бути не вища 20 %. Щоб уникнути деформації, рулони мають бути щільно спресованими. Добре підходять рулони, упаковані в плівку. В якості палива підходить солома, непридатна для інших цілей : уражена грибками, пліснявою. Замість рулонів соломи можна використати зв'язки дров. Довжина дров близько 1 метра. Дрова зв'язуються дротом або сталевією стрічкою.

Солом'яний рулон спалюють кладучи його на деревний вогонь. Жар перетворює соломку у газ. Але незабаром навколо рулону утворюється шар золи, який все більше утрудняє доступ повітря і уповільнює процес горіння. У дію вступає вентилятор камери заповнення і газоутворення, який всмоктує гаряче повітря і прокачує його по каналах на сторони рулону. Зола обдувається, кисень знову поступає до рулону. З обох боків рулон пронизують порожнечі, що зустрічаються один з одним. В результаті цього рулон осідає. Процес повторюється, і у результаті рулон перетворюється на тліючу масу, випромінюючи тепло.

Камера заповнення і газогенерації має ізоляційну керамічну обшивку для того, щоб зберігалася необхідна для процесу газоутворення температура.

Вихрова камера згорання газу також обшита керамікою, ізольованою зовні високоміцним вогнетривким ізоляційним матеріалом. Вентилятор забезпечує

рівномірне і в потрібних кількостях подавання солом'яного газу, який там циркулює. До нього домішується заздалегідь нагріте (вторинне) повітря, і полум'я набуває небесно-блакитного кольору, керамічні ж частини нагріваються до червоності.

Після спалення соломи утворюється зола, яка містить багато ґрунтових мінералів, тому її потрібно повернути назад до ґрунту, на поля. Оскільки зола часто містить камені і м'які частки, що спеклися, рекомендується золу заздалегідь просіювати.

1.7 Автоматизоване електропостачання

Централізована електрика має свій дешевший і економічніший аналог. Це автономне електропостачання. Воно має на увазі генерування і подання енергії незалежними установками. До основних джерел отримання електрики відноситься енергія сонця і вітру.

1.7.1 Сфера застосування

Безумовно, альтернативні джерела енергії стають усе більш популярними. Їх використовують в побутових і комерційних цілях. Під першими мається на увазі електропостачання окремих житлових будинків, населених пунктів, об'єктів. Тобто природну енергію вітру і сонця вигідно використати в тих випадках, коли:

- немає можливості підключитися до централізованого постачання електрикою (видалене розташування ЛЕП, важко доступність населеного пункту);
- вартість підключення до центрального електропостачання занадто висока (наприклад, витрати розраховані на єдиний житловий будинок у видаленому населеному пункті або районі.);
- часті перебої або несправності;

- велике споживання електроенергії. Автономне електропостачання є вигіднішим з економічної точки зору.

Такі енергосистеми застосовуються і на підприємствах, цілих комплексах споруд, торгових центрах і так далі.

1.7.2 Основні переваги автономного теплопостачання

Цей спосіб отримання електроенергії є фінансово вигідним. Вартість установки швидко окупається за рахунок економії витрат на оплату державної електроенергії. При цьому її надлишок можна акумулювати і продати за спеціальним "зеленим тарифом".

Альтернативний спосіб отримання електроенергії ніяк не відбивається на довкіллі. Це "найприродніший" метод витягання енергії сонця і вітру на благо людей. У державних масштабах можна значно заощадити на устаткуванні і матеріалах. Також до переваг відносяться:

- можливість регулювання і контролю процесів, кількості компонентів установки (наприклад, панелей);
- використання такої електроенергії постійне або як резервний варіант (у разі перебоїв або відключення).
- не вимагають спеціального обслуговування або планового ремонту;
- можна побудувати індивідуальну сонячну електростанцію для продажу енергії державі за "зеленим тарифом".

1.7.3 Види автономних установок

Залежно від джерел отримання енергії розрізняють наступні типи установок :

Сонячні енергосистеми. Працюють на основі сонячних батарей, розташованих на максимальній висоті до джерела енергії (дах будівлі). Можуть бути використані у виробничій, торговій, громадській напрямах діяльності.

Значно економлять кошти на оплату електроенергії. Можуть бути використані на постійній основі.

Вітрогенератори. Це установки, які функціонують за рахунок енергії вітру. Застосовуються для опалювання, електропостачання, зрошування і так далі. Мають високу ефективність;

Гібридні енергосистеми. Це симбіоз вітряних і сонячних установок для максимізації результату. Енергію можна отримати у будь-яких видалених точках. Для цього встановлюють устаткування з сонячними батареями і вітрогенераторами.

1.7.4 Принцип роботи і особливості експлуатації

Основною ідеєю функціонування автономних енергосистем є огорожа енергії через приймальну установку: сонячні батареї або вітрогенератори. Потім вона концентрується в акумуляторах, пройшовши перед цим через контролер заряду. Спеціальний інвертор перетворить отриманий постійний струм в змінний, і вона подається далі для використання споживачами.

Важливо, щоб в установці були якісні інвертори. Від них залежить остаточний результат і перетворення струму. Установки можуть покривати будь-які площі. Можна замовити необхідну кількість устаткування. Але підбір площ, розрахунок попередніх цифр і монтаж устаткування повинні здійснювати фахівці. Експлуатація енергосистем не вимагає особливих професійних навичок.

1.7.5 Різновидів сонячних електростанцій

У наш час величезною популярністю користуються сонячні електростанції. Такі станції знаходять широке застосування в самих різних галузях. Нині будуються сонячні електростанції в основному двох типів: сонячні електростанції типу вежі і сонячні електростанції розподіленого (модульного) типу. Ідея роботи сонячних електростанцій типу вежі, була висловлена більше 350 років тому, проте будівництво СЕС цього типу почалося тільки в 1965 р., а в

80-х роках були побудовані ряд потужних сонячних електростанцій в ОША, Західній Європі, СРСР і в інших країнах.

У башених сонячних електростанціях веж використовується центральний приймач з полем геліостатів, що забезпечує міру концентрації в декілька тисяч. Ці електростанції ґрунтовані на принципі отримання водяної пари з використанням сонячної радіації. Система стеження за Сонцем значно складна, оскільки потрібно обертання навколо двох осей. Управління системою здійснюється за допомогою ЕОМ. В якості робочого тіла в тепловому двигуні зазвичай використовується водяна пара з температурою до 550 °С, повітря і інші гази - до 1000 °С, низькокиплячі органічні рідини (у тому числі фреони) - до 100 °С, рідкометалеві теплоносії - до 800 °С.

Головним недоліком сонячних електростанцій веж є їх висока вартість і велика займана площа. Так, для розміщення сонячних електростанцій потужністю 100 МВт потрібно площа в 200 Га, а для АЕС потужністю 1000 МВт - всього 50 га. Вежі СЭС потужністю до 10 МВт нерентабельні, їх оптимальна потужність дорівнює 100 МВт, а висота вежі 250 м.

СЕС розподільного (модульного) типу використовується велике число модулів, кожен з яких включає параболо-циліндричний концентратор сонячного випромінювання і приймач, розташований у фокусі концентратора і використовуваний для нагріву робочої рідини, що подається в тепловий двигун.

При невеликій потужності СЕС модульного типу економічніші, ніж вежі. У СЕС модульного типу зазвичай використовуються лінійні концентратори сонячної енергії з максимальною мірою концентрації близько 100.

СЕС використовуючи параболічні концентратори - принцип роботи даних СЕС полягає в нагріванні теплоносія до параметрів, придатних до використання в турбогенераторі.

Конструкція СЭС. На конструкції встановлюється параболічне дзеркало великої довжини, а у фокусі параболи встановлюється трубка, по якій тече теплоносій (найчастіше олія). Пройшовши увесь шлях, теплоносій розігрівається і в теплообмінних апаратах віддає теплоту воді, яка перетворюється на пару і поступає на турбогенератор. А турбогенератор за допомогою пари приходить в

рух і виробляє електрику. Потім ця електрика поступає на трансформатор, потім на ЛЕП (лінія електропередач) і у кінці на об'єкт.

Ці електростанції, як правило, розділяють безпосередньо на автономні, тобто ті, які повністю забезпечують електричною енергією усі споживачі. Також вони бувають резервні, тобто системи, які призначаються для резервування електричної енергії, а також її використання при потребі.

1.7.6 Принцип роботи сонячних батарей

Перетворення сонячного світла відбувається у батареях (тобто послідовно підключених групах) фотоелементів, які підучили назву "Сонячні батареї". Процес перетворення сонячного світла в сонячній батареї представлено на рисунку 1.1.

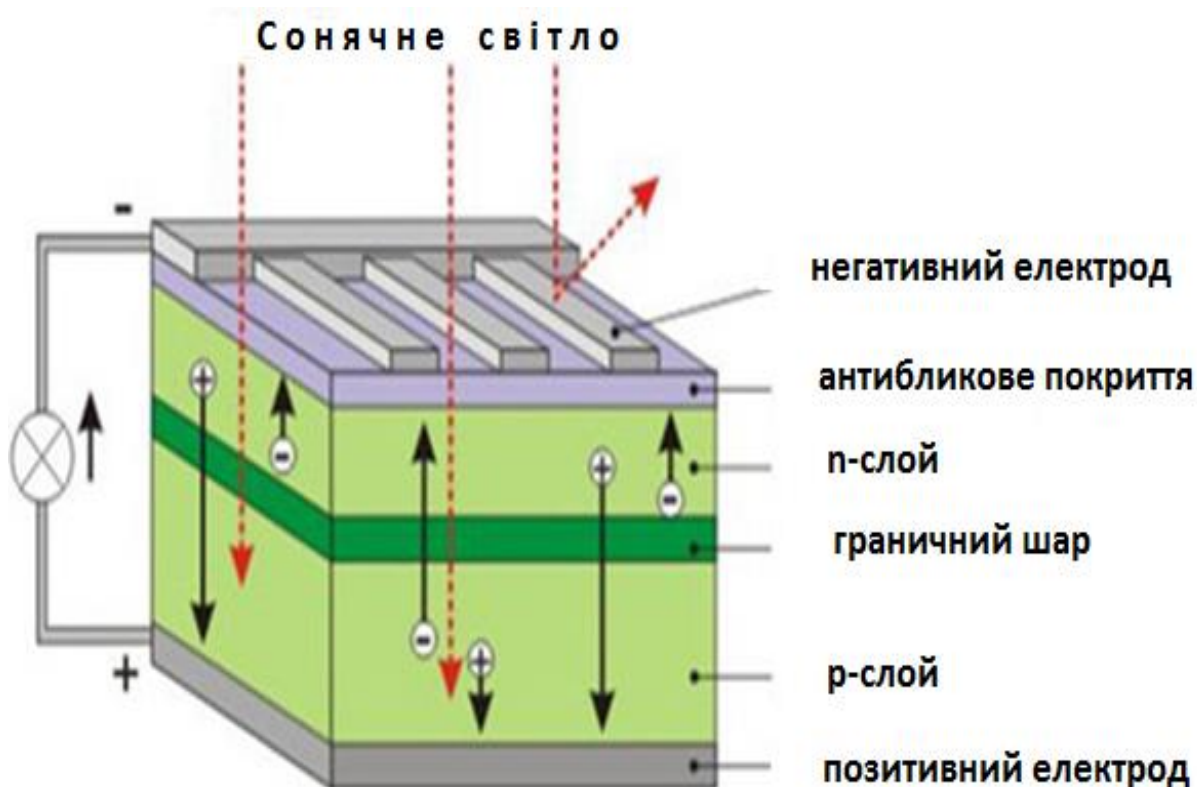


Рисунок 1.1 - процес перетворення сонячного світла

Серцем фотоелемента є кремнієвий кристал. З кремнієм (точніше його оксидами) ми зустрічаємося щодня - це знайомий нам пісок. Таким чином,

можна сказати, що кремнієвий кристал - це вирощена в лабораторії велетенська піщинка. Кристалам надають форми куба і ріжуть на платини завтовшки в двісті мікрон (приблизно три-чотири товщини людського волоса).

На кремнієву пластинку з одного боку наносять щонайтонший шар фосфору, з іншого боку - щонайтонший шар бору. Там, де кремній контактує з бором, виникає надлишок вільних електронів, а там, де кремній контактує з фосфором, навпаки електрони в недоліку, виникають так звані "дірки". Стик середовищ, що мають надлишок і недолік електронів, називається у фізиці p - n перехід. Фотони світла бомбардують поверхню пластини і вибивають надмірні електрони фосфору до бракуючих електронів бору. Впорядкований рух електронів - це і є електричний струм. Залишилося тільки "зібрати" його, провівши через пластину металеві доріжки. Так в принципі влаштований кремнієвий фотоелемент. Окрім фотоелемента, в склад сонячної панелі входять струмознімні доріжки, котрі переносять згенерований струм з фотомодуля до розподільчої коробки. Дана коробка у більшості панелей є обладнана захисними діодами Шоттки, що захищають її від затінення та перегрівання.

Потужність одній пластинки-фотоелемента досить скромна, її вистачить хіба що для роботи лампочки кишенькового ліхтарика. Тому окремі елементи збирають в системи-батареї. Теоретично можна зібрати з елементів батарею будь-якої потужності. Батарею укладають на металеву підкладку, армують для підвищення міцності і накривають склом. Важливо, що сонячна батарея перетворить в електрику не лише видиму, але і ультрафіолетову частину сонячного спектру, тому скло, що покриває батарею обов'язково повинно пропускати ультрафіолет.

Важливою перевагою сонячної батареї є те, що вона використовує світло, а не тепло, тому, на відміну від колектора, сонячна батарея може працювати і взимку, аби хмарність не закривала сонячне світло. Існують проекти будівництва величезних полів сонячних батарей в Арктиці і Антарктиці, які накопичуватимуть енергію під час піврічного полярного дня, який на півночі настає влітку, а на півдні - взимку, тобто дві велетенських сонячних електростанцій ніколи не будуть без діяти одночасно.

1.7.7 Переваги сонячних електростанцій

Отже, які ж істотні плюси кожна така електростанція має? Це невичерпність джерела, а також його доступність. Абсолютна безпека для усього довкілля. Якісні і перевірені джерела енергії, батареї майже абсолютно не зношуються, вони відрізняються тривалим терміном служби.

Крім того, функціонування цих батарей абсолютно не залежить від різних технічних неполадок. Сонячним батареям зовсім не треба паливо. Це дає прекрасну можливість не залежати від цін, а також від всіляких проблем, які можуть виникнути в процесі транспортування. Сонячна енергія - це абсолютно безкоштовне джерело енергії, яке затребуване у наш час. Більше того, такі батареї безшумні, вони практичні і модульні. При безпосередньому збільшенні споживання енергії власник батарей може без зусиль збільшувати потужність усієї системи за рахунок додавання різних додаткових фотоелектричних модулів. Тобто, такі батареї відрізняються со всіх сторін своїми вигідними перевагами.

Сонячні батареї необхідно намагатися орієнтувати на південь. Саме з півдня приходить максимум " фотонів" пройшовши атмосферу під прямим кутом, з мінімальними втратами. Кут установки відносно горизонту для цілорічного використання повинен співпадати з паралеллю, 80% потужностей фотоелектричні перетворювачі виділяється у вигляді теплової енергії. Необхідно забезпечити максимально низькотемпературний тепловий режим (іншими словами, мінус кращий, ніж нуль). Зниження температури на декілька градусів істотно впливає на ККД сонячних батарей. Сам сонячний модуль слід розташовувати горизонтально, що знижує різницю температур верх/низ в два рази, в порівнянні з вертикальним розташуванням.

Сонячну батарею необхідно встановити в максимально освітленому, незатінюваному, провітрюваному, світлому місці. Фотопанель перетворить і відбите, розсіяне світло, причому тильна сторона теж активна. Менше всього електроенергії сонячні батареї в нашому кліматі виробляють восени. У похмуру погоду міжсезоння, коли світловий день скоротився, а сніг ще не випав. З першим снігом, коли відбиваюча здатність поверхні землі значно збільшується,

загальна освітленість розсіяним випромінюванням підвищується. Снігове поле відбиває до 90 % сонячних променів або розсіяного випромінювання.

Системи сонячного опалювання і гарячого водопостачання (геліосистеми) - це системи, за допомогою яких здійснюється поглинання сонячної енергії і перетворення її в теплову енергію, акумуляцію отриманої теплоти і її розподіл в міру необхідності на обігрів приміщень і інші побутові потреби.

Основними елементами даних систем є:

- сонячний колектор, в якому нагрівається вода, або повітря;
- водяний бак-акумулятор або галечний акумулятор з шаровою насадкою;
- додатковий нагрівач або котел;
- контрольно-вимірювальна і регулююча апаратура;
- запобіжні клапани;
- насоси і трубопроводи.

Перетворення сонячної радіації в теплову енергію здійснюється в плоских сонячних колекторах (див. рис. 1.2). Основні елементи колектора такі:

- поглинаюча пластина, зазвичай з металу, з невідбиваючим чорним покриттям 1;
- один або декілька повітряних проміжків, розділених прозорими покриттями для теплової ізоляції колектора згори 2;
- корпус 3;
- теплова ізоляція днища і бічних стінок корпусу 4;
- труби для рідини або канали для повітря 5, які знаходяться в тепловому контакті з поглинаючою пластиною.

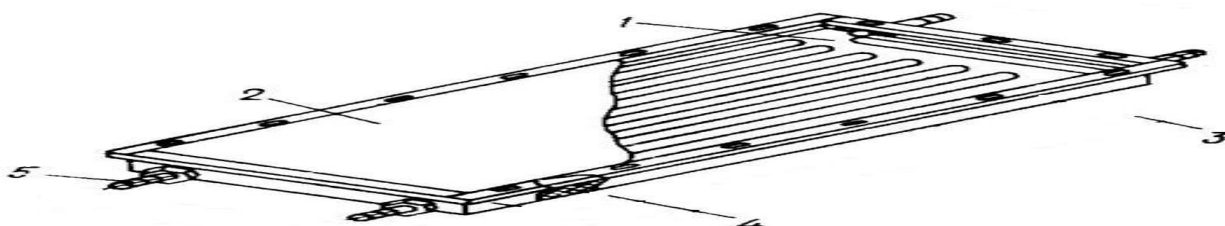


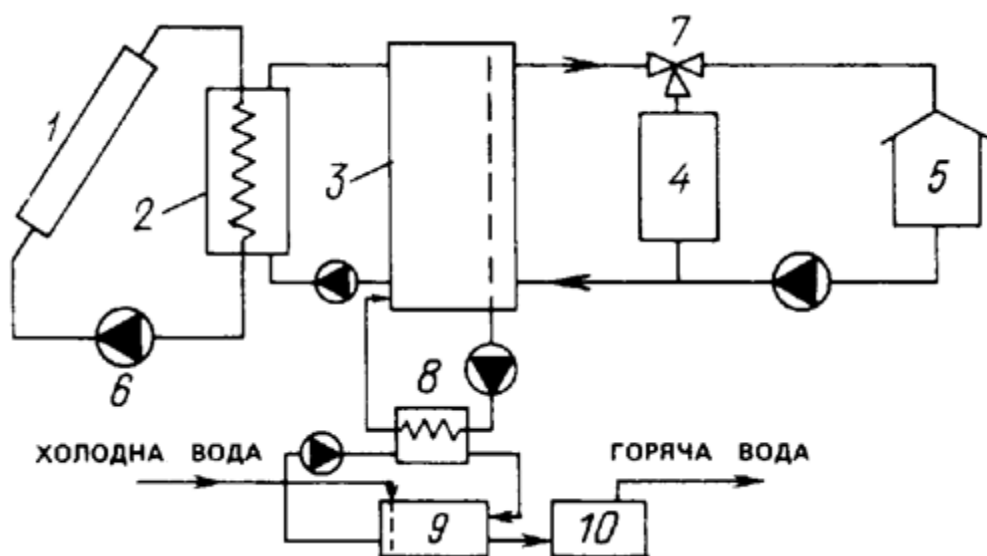
Рисунок 1.2 Основні елементи плоского сонячного колектора

Принцип дії колектора гранично простий. Велика частина сонячної радіації, що падає на колектор, поглинається поверхнею, яка є "чорною" по відношенню до сонячного випромінювання. Частина поглиненої енергії передається рідині, циркулюючій через колектор. Інша - втрачається в результаті теплообміну з довкіллям. Тепло, що відноситься рідиною, є корисне тепло.

Залежно від виду теплоносія, циркулюючого в контурі колектора, геліосистеми підрозділяються на рідинні і повітряні.

У рідинній системі (див. рис. 1.3) як теплоносієм використовується вода або розчин антифризу, а в якості акумулюючого середовища - вода. Теплова енергія накопичується у баку-акумуляторі в результаті підвищення температури рідини і використовується в міру необхідності для забезпечення теплових навантажень опалювання і гарячого водопостачання.

Додатковий нагрівач (додаткове джерело енергії - ДДЕ) коли сонячної енергії недостатньо для повного задоволення теплових навантажень.

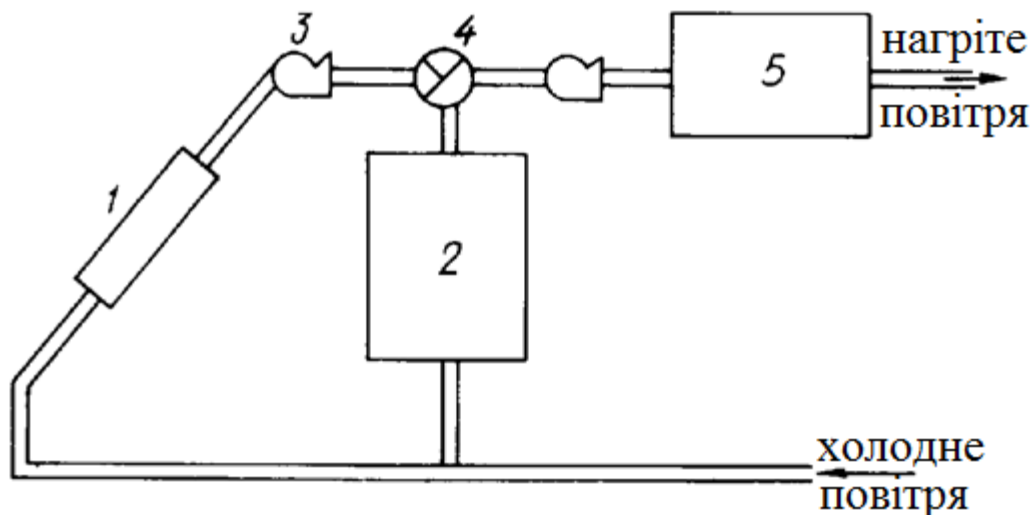


1 - колектор сонячної енергії (КСЕ); 2 - теплообмінник; 3 - бак-акумулятор; 4 - резервне (додаткове) джерело енергії (ДДЕ); 5 - опалювана будівля; 6 - насос; 7 - вентиль змішувача; 8 - теплообмінник в контурі гарячого водопостачання; 9 - бак гарячої води; 10 - дублер-доводчик.

Рисунок 1.3 Схема рідинної геліосистеми опалювання і гарячого водопостачання

У повітряній системі сонячного теплопостачання (див. рис. 1.4) в колекторі нагрівається повітря, яке подається або безпосередньо в приміщення, що обігрівається, або в галечний акумулятор. Теплова енергія акумулюється в шаровій насадці, яка нагрівається циркулюючим гарячим повітрям. Вночі або в похмуру погоду, коли прихід сонячної радіації недостатній для забезпечення теплових навантажень, повітря нагрівається, проходячи через нагріту гальку в акумуляторі, і поступає в приміщення. При виснаженні запасу тепла в акумуляторі повітря додатково підігрівається звичайним нагрівачем. У літній період немає необхідності акумулювати енергію, тому зазвичай в такій системі передбачається байпасна лінія.

Для приготування води на потреби гарячого водопостачання в повітряних ССТ передбачають водо-повітряний нагрівач, гарячим теплоносієм в якому є повітря, циркулююче через акумулятор. У тих випадках, коли сонячної енергії недостатньо, в контурі гарячого водопостачання ССТ використовують додатковий нагрівник - "доводчик" (ДДЕ) - для нагріву води до необхідної температури.



1 - колектор сонячної енергії; 2 - галечний акумулятор теплоти; 3 - вентилятор; 4 - перемикальний клапан; 5 - резервне (додатковий) джерело енергії.

Рисунок 1.4 Принципова схема повітряної геліосистеми опалювання

2 ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОНОМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПАЛЕННЯ САДОВОГО КОМПЛЕКСУ

Найбільш універсальною формою енергії є 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 наступних варіантах. Вибір варіанту енергопостачання слід вибирати на основі техніко-економічного порівняння варіантів:

- дизельна електростанція;
- протяжка ЛЕП;
- сонячна електростанція;
- газогенераторна установка;
- гібридна енергосистема.

Серед запропонованих варіантів електропостачання, протяжка ЛЕП є самим не раціональним варіантом, так як прокладка кілометра ЛЕП коштує 12 тисяч доларів. За економічними розрахунками вартість 1 кВт/год вироблюваної дизельною електростанцією в 3 рази вище ніж вітер-сонце-дизельної енергосистемою.

Переваги поновлювальних енергоджерел в порівнянні з ДЕС наступні:

- екологічна чистота;
- функціонують без споживання палива;
- мала гучність або повна безшумність роботи;
- автономність роботи;
- термін работ практично необмежений і може становити десятки років;
- можливість отримання "зеленого" тарифу.

2.1 Розрахунок сонячної електростанції

2.1.1 Дані для розрахунку

Вихідні дані:

- місце розташування ССТ – Малишівка;
- число співробітників – 15;
- розміри будівлі – $a \cdot b \cdot h = 35 \cdot 15 \cdot 4,5$ м;
- площа колектору – від 6 до 1400 м²;
- питомий бак-акумулятор – 0,095 м³/м²;
- вартість теплової енергії від паливного джерела – 1481,1 грн/ГДж;
- характеристики вакуумованого колектору: $F_R (\tau\alpha)_n = 0,72$ та $F_R U_L = 5,45$.

2.1.2 Вплив теплообмінника, розділяючого колектор на бак-акумулятор

Теплообмінник встановлюється в рідинних системах, якщо в якості теплоносія в контурі колектору використовується антифриз. Співвідношення $\frac{F'_R}{F_R}$ знаходять з виразу

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

де ε_C - ефективність теплообмінника;

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

2.2 Розрахунок навантаження тепlopостачання

2.2.1 Розрахунок навантаження опалення

Обсяг будівлі по зовнішньому виміру, м³

$$V_H = abh = 35 \times 15 \times 4,5 = 2362,5. \quad (2.2)$$

Коефіцієнт впливу району будівництва

$$a = 0,54 + \frac{22}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н.р.}})} = 0,54 + \frac{22}{[22 - (-20)]} = 1,05. \quad (2.3)$$

Згідно додаткам питома теплова характеристика будівлі $g = 0,59 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$

Величина UA_3 , $\text{Вт}/\text{К}$

$$UA_3 = agV_{\text{Н}} = 1,05 \times 0,59 \times 2362,5 = 1465,84, \quad (2.4)$$

де U – повний коефіцієнт теплових втрат, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

A_3 – площа наружних поверхонь будівлі, м^2 ;

$V_{\text{Н}}$ – об'єм будівлі, м^3 ;

g - питома теплова характеристика будівлі, $\text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$;

Число градусо-днів в місяці, $(\text{К} \cdot \text{сут})$

$$\text{Нг.с.} = (18 - T_{\text{в}}) \times N = (18 - (-3,7)) \times 31 = 672,7. \quad (2.5)$$

Середньомісячне навантаження опалення, ГДж

$$Q_o = UA_3 \times \text{Нг.с.} \times 86400 = 1465,84 \times 672,7 \times 86400 \cdot 10^{-9} = 85,2. \quad (2.6)$$

2.3 Розрахунок навантаження гарячого водопостачання для січня, ГДж

$$\begin{aligned} Q_{\text{г.в.}} &= \rho C_p V_{\text{г.в.}} (T_{\text{г.в.}} - T_{\text{х.в.}}) N n_{\text{д}} = \\ &= 1000 \times 4187 \times 0,015 \times (60 - 5) \times 15 \times 31 = 10,71, \end{aligned} \quad (2.7)$$

де ρ - плотність води $\rho = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$;

C_p – теплоємність води $C_p = 4187 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$;

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

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

$T_{х.в.}$ – температура холодної води, для середньої полоси можно приймати: $T_{х.в.} = 5$ °С;

N – число співробітників;

n_d – число днів.

2.4 Розрахунок навантаження тепlopостачання для січня

Середнємісячне навантаження тепlopостачання, ГДж

$$Q_H = Q_o + Q_{г.в.} = 85,2 + 10,71 = 95,9. \quad (2.8)$$

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

$$Q_H^{год} = \sum_{i=1}^{12} Q_H^i = 411,3. \quad (2.9)$$

2.5 Розрахунок довгострокових характеристик ССТ для січня

Безрозмірний комплекс X

$$X = F_R U_L \frac{F'_R}{F_R} (T_6 - \bar{T}_B) \Delta\tau \frac{A}{Q_H} = \quad (2.10)$$

$$= 5,45 \times 0,99 \times (100 - (-2,6)) \times 31 \times 24 \times 3600 \times 1 / (411,3 \times 10^9) = 0,016.$$

Так як наданий обсяг баку акумулятора відрізняється від величини, прийнятої при виводі кореляційного рівняння, то потрібне коригування

$$X'_c = X \times \left(\frac{V_B}{0,075} \right)^{-0,25} = 0,08 \times \left(\frac{0,095}{0,075} \right)^{-0,25} = 0,015. \quad (2.11)$$

Безрозмірний комплекс Y

$$Y = F_R (\tau\alpha)_n \cdot \frac{(\overline{\tau\alpha})}{(\tau\alpha)_n} \bar{H}_T N \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot \frac{A}{Q_H} = \quad (2.12)$$

$$= 0,72 \cdot 0,93 \cdot 5,45 \cdot 10^6 \cdot 31 \cdot 1 \cdot \frac{1}{19,15 \cdot 10^9} = 0,002.$$

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

$$Y_c = Y \times \left(0,39 + 0,65 \exp \left\{ \frac{-0,139}{\frac{\varepsilon_L C_{\min}}{UA_3}} \right\} \right) = \quad (2.13)$$

$$= 0,122 \times \left(0,39 + 0,65 \exp \left\{ \frac{-0,139}{1,5} \right\} \right) = 0,002,$$

де A – площа сонячного колектору, м²;

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

U_L – повний коефіцієнт теплових втрат колектору, Вт/(м² · К);

T_6 – базисна температура, прийнята рівной 100 °С;

N – число днів в місяці;

$\overline{\tau\alpha}$ – середнє місячна приведена поглинаюча здатність;

$\Delta\tau$ – кількість секунд в місяці.

Коефіцієнт заміщення

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3 = \quad (2.14)$$

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

Вплив кількості сонячних панелей на коефіцієнт заміщення палива зображено на рисунку 2.1.

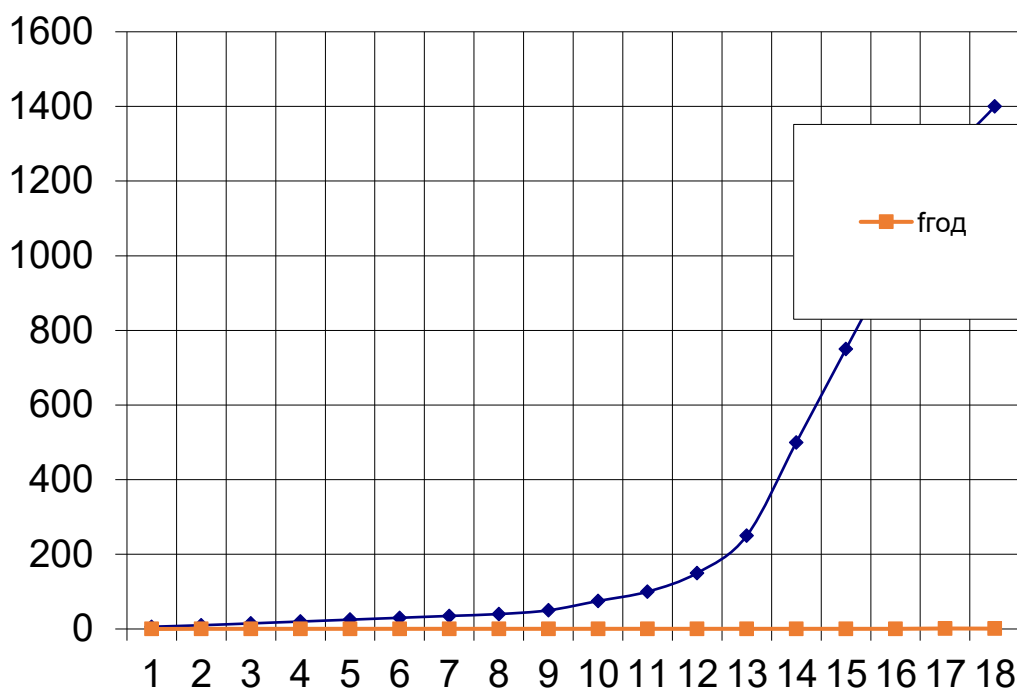


Рисунок 2.1 Вплив кількості сонячних панелей на коефіцієнт заміщення палива

2.6 Розрахунок економічних параметрів ССТ

Річна ступінь заміщення палива

$$f^{\text{річ}} = \frac{\sum_{i=1}^{12} f^i Q_H^i}{\sum_{i=1}^{12} Q_H^i} = 0,041 . \quad (2.15)$$

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

$$B = f^{\text{річ}} Q_H^{\text{річ}} / (Q_T \eta_{\text{Т.Г.}}) = 0,041 \cdot 411,3 / (29,3 \cdot 0,9) = 0,653, \quad (2.16)$$

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

$\eta_{\text{Т.Г.}}$ = ККД теплогенеруючої установки, прийнято 0,9.

Вартість 1 ГДж теплової енергії від от теплогенеруючої установки, працюючої на газу = 1481,3 грн/ГДж.

Річна економія від використання ССТ, грн.

$$E^{\text{річ}} = C_{\text{Т.С.}} \cdot f^{\text{річ}} \cdot Q_H^{\text{річ}} = 1218,5 \cdot 0,11 \cdot 411,3 = 25496,69 . \quad (2.17)$$

Строк окупності ССТ, рік

$$\tau = C_{\text{Г.С.}} \frac{A}{E^{\text{річ}}} = 3500 \cdot \frac{6}{25496,69} = 0,824 . \quad (2.18)$$

Залежність строку окупності системи опалення від бренду виробника сонячних колекторів показано на рисунку 2.2.

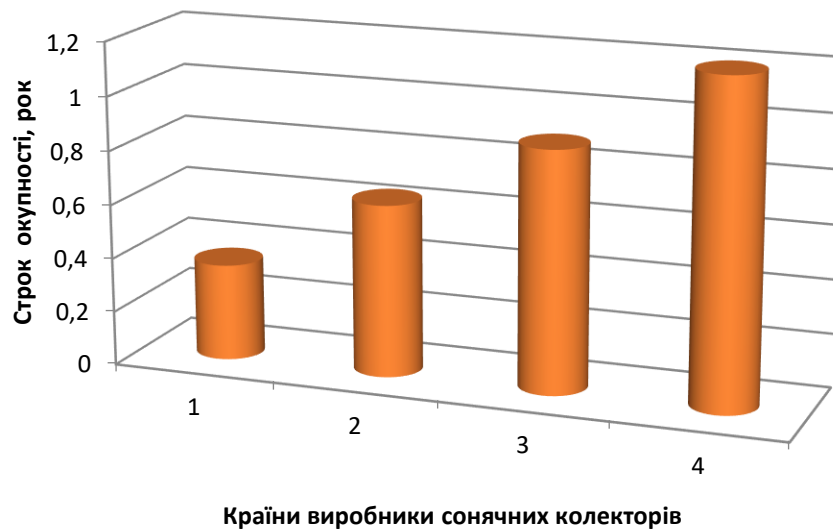


Рисунок 2.2 - Вплив бренду на строк окупності опалення.

2.7 Розрахунок вітроколеса

Представляємо технологічні дані вітроустановки у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані вітроустановки АВЕУ -2М

АВЕУ-2М			
Р _н , кВт	Д, м	v _{min} , м/с	v _{раб} , м/с
2	3	2,5	4,1

У таблиці 2.2 представлені дані повторюваності швидкості вітру.

Таблиця 2.2 – Повторюваність швидкості вітру

Повторюваність швидкості вітру						
Місяць	По градаціях					
	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12 та більше
Квітень	0,34	0,29	0,16	0,06	0,01	0
Травень	0,38	0,27	0,13	0,05	0,02	0,01
Червень	0,41	0,25	0,1	0,04	0,01	0
Липень	0,46	0,21	0,07	0,02	0	0
Серпень	0,47	0,2	0,07	0,02	0,01	0
Вересень	0,39	0,26	0,11	0,03	0,01	0
Жовтень	0,38	0,27	0,14	0,04	0,01	0

Кількість питомої виробленої енергії для кожного місяця, МДж/м²

$$W_{yi} = 3,6 \cdot \beta \cdot T \cdot (\sum v_i^3 \cdot t_{vi} + v_p^3 \cdot \sum t_{vi}) = \quad (2.19)$$

$$= 3,6 \cdot 0,0002 \cdot 24 \cdot 16 \cdot (4,5^3 \cdot 0,29 + 6,5^3 \cdot 0,16 + 8,5^3 \cdot 0,06 + 9,1^3 \cdot 0,01) = 30,63.$$

Розрахунки для інших місяців проводяться аналогічно і заносяться в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Очікувана питома енергія вітроустановки

Місяць	T, годин	Кількість днів	Очікувана питома енергія, МДж/м ²
1	2	3	4
Квітень	384	16	30,63
Травень	744	31	54,50
Червень	720	30	40,64
Липень	744	31	27,13
Серпень	744	31	28,56

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4
Вересень	720	30	41,27
жовтень	360	15	23,64

Повне виробництво електроенергії, МДж/м²

$$W_{взу} = W_{уді} \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 30,63 \cdot \frac{3,14 \cdot 4,5^2}{4} = 486,93. \quad (2.20)$$

Розрахунки для інших місяців проводяться та заносяться в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Повне виробництво електроенергії, МДж/м²

місяць	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	За сезон
$W_{взу}$, МДж/м ²	486,93	866,42	645,96	431,24	453,95	656,08	375,75	3916,34

Забезпеченість потрібної енергією однієї вітроустановки, %

$$P_i = (W_{взу} \cdot \eta_{эл}) / Q_{пi \text{ мес}} \cdot 100\% = \left(\frac{486,93 \cdot 1}{1440} \right) \cdot 100 = 33,81. \quad (2.21)$$

Необхідну кількість енергії приймаємо (див. табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Необхідна кількість енергії Q_p , МДж/м²

Місяці року							За сезон
Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	
1440,00	2790,00	2700,00	2790,00	2790,00	2700,00	1350,00	16560,00

У квітні вітроустановка може забезпечити 33,81 % потрібної енергії. Для повного забезпечення споживача необхідною енергією в квітні можна запропонувати три вітроустановки.

Результати розрахунків для інших місяців наводяться в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Результати розрахунків забезпеченості потрібною енергією однієї вітроустановки

Показники	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	За сезон
Q_p , МДж/м ²	1440,0	2790,00	2700,00	2790,00	2790,00	2700,00	1350,00	16560,00
$W_{взу}$, МДж/м ²	486,93	866,42	645,96	431,24	453,96	656,08	375,75	4834,99
Π_i , %	33,81	31,05	23,92	15,46	16,27	24,3	27,83	24,91
Кількість установок $n_{взу}$	3	3	4	6	6	4	4	4
$(W_{взу} \cdot \eta_{эл} \cdot n_{взу})$, МДж/м ²	1460,8	2599,26	2583,96	2587,42	2723,72	2624,31	1503,01	16082,4

Коефіцієнт використання енергії

$$K_{исп} = Q_{пол} / (W_{взу} \cdot \eta_{эл} \cdot n_{взу}) = \frac{1440}{1460,8} = 0,986. \quad (2.22)$$

Даний коефіцієнт розраховується для кожного місяця в залежності від виду та кількості ВЕУ, розрахунки заносяться в таблицю 2.7.

Коефіцієнт забезпеченості у квітні при використанні трьох вітроустановок

$$K_{об}^{ВЕУ} = \frac{W_{пол}}{W_{п}} = \frac{486,93 \cdot 3}{1440} = 1,01. \quad (2.23)$$

Результати розрахунків для інших місяців заносяться в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Результати розрахунків коефіцієнтів використання та забезпеченості

кількіс ть ВЕУ	Квітень		Травень		Червень		Липень		Серпень		Вересень		Жовтень		За сезон	
	Кв	Коб	Кв	Коб	Кв	Коб	Кв	Коб	Кв	Коб	Кв	Коб	Кв	Коб	Кв	Коб
АВЕУ 2-У																
3	0,99	1,01	1,00	0,72	1,00	0,72	1,00	0,46	1,00	0,49	1,00	0,73	0,9	0,84	0,98	0,71
4	0,74	1,35	1,00	0,96	1,00	0,96	1,00	0,62	1,00	0,65	1,00	0,97	0,9	1,11	0,95	0,95
6	0,49	2,03	1,00	1,44	1,00	1,44	1,00	0,93	1,00	0,98	1,00	1,46	0,6	1,67	0,87	1,42

2.8 Кількість днів роботи установки.

Забезпеченість робочої швидкості вітру $p(v)$, коли $v > v_{min}$, та середня тривалість роботи ВЕУ (N днів) на протязі місяця заносяться в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Кількість днів роботи установки

Місяць	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	За сезон
P(v)	0,52	0,48	0,4	0,3	0,3	0,41	0,46	0,41
N, днів	8	15	12	9	9	12	7	73

2.9 Розрахунок біогазової установки

Маса сухого збродженого матеріалу, кг/добу

$$m_0 = 2,5 \times 25 = 62,5, \quad (2.24)$$

де 2,5 кг біомаси від кожної особи;

25 од – кількість корів на фермі.

Вихід біогазу з сухої біомаси складає $c = 0,24 \text{ м}^3/\text{кг}$

Обсяг отриманого біогазу, $\text{м}^3/\text{добу}$

$$V_B = cm_0 = 0,24 \times 62,5 = 15. \quad (2.25)$$

ККД палинкового пристрій $\eta = 0,71$.

Теплота згорання біогазу $H_B = 22 \text{ МДж}/\text{м}^3$.

Можливий енергетичний вихід механізму, $\text{МДж}/\text{кг}$

$$E = \eta \times H_B \times V_B = 0,71 \times 22 \times 10^6 \times 15 = 234,3. \quad (2.26)$$

Для метану:

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

- теплота згорання метану $H_m = 39 \text{ МДж}/\text{м}^3$.

Можливий енергетичний вихід обладнання для чистого метану, МДж/кг

$$E = \Pi \times H_m \times f_m \times V_B = 0,71 \times 39 \times 10^6 \times 0,6 \times 15 = 249,24. \quad (2.27)$$

Обсяг рідкої маси, м³

$$V_f = m_0 / \rho_m = 62,5 / 50 = 1,25. \quad (2.28)$$

Обсяг пристрою біогазогенератору, кг

$$V_d = v_f \times t_r = 62,5 \times 14 = 875. \quad (2.29)$$

Вплив кількості стада корів для потреб опалення показано на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 - Вплив кількості стада корів для потреб опалення

2.10 Розрахунок газогенераторної станції

Процес проводився на експериментальній установці.

Дослідження проводилися по стандартній методиці. Підбір проб проводився від всіх образців палив (2 типа вугілля, 5 видів сумішей).

Проби підібрані по дисперсному складу у кількості 26 кг та проведено пілотне зпалювання для отримання характеристик горіння та зразкові викиди забруднювачів для формування екологічної оцінки.

Вимірювання проводилось за допомогою пірометра, вологоміру та газоаналізатору на підприємстві. Результати заносилися у відповідні таблиці

До інформації ділянка підготовки виробництва переробляє садовий хмиз на 12000 м³/рік з яблуневих, вишневих та черешневих обрізок. При належному відношенні ці пакувальні ресурси можуть перетворитися на паливний мікс для живлення комплексу.

2.10.1 Процес газифікації, тепловий та матеріальний баланс процесу

В таблиці 2.9 показано елементарний аналіз складу палива

Таблиця 2.9 – Елементний аналіз

Компоненти	C ^{daf}	H ^{daf}	O ^{daf}	N ^{daf}	S ^{daf}
Вміст, %	74,1	5,8	17	1,8	1,3

Характеристика палива:

1. На горючу масу (в % ваг.).

Вища теплота згорання горючої маси, кДж/кг

$$Q_{\text{в}}^{\text{daf}} = 81C^{\text{daf}} + 300H^{\text{daf}} - 26O^{\text{daf}} + 26S^{\text{daf}}, \quad (2.30)$$

$$Q_{\text{в}}^{\text{daf}} = 4,19 (81 \cdot 74,1 + 300 \cdot 5,8 - 26 \cdot 17 + 26 \cdot 1,3) = 30729.$$

Низша теплота згорання горючої маси, кДж/кг

$$Q_{\text{H}}^{\text{daf}} = Q_{\text{B}}^{\text{daf}} - 54 H^{\text{daf}} \quad (2.31)$$

$$Q_{\text{H}}^{\text{daf}} = 29416,7 .$$

б) На робоче паливо (в % ваг.).

Розрахуємо вміст золи в 100 кг робочого палива, %

$$A^r = A^d \cdot \frac{100 - W^r}{100} \quad (2.32)$$

$$A^r = 20 \cdot \frac{100 - 21}{100} = 15,8,$$

де зольність сухої маси $A^d = 20$ %.

вологість робочого палива $W = 21$ %.

Визначимо коефіцієнт для розрахунку горючої на робочу масу

$$K = \frac{100 - (A^r + W^r)}{100} \quad (2.33)$$

$$K = \frac{100 - (15,8 + 21)}{100} = 0,632.$$

Виконаємо розрахунок складу горючої маси на робочу, %

$$C^r = 74,1 \times 0,632 = 46,8;$$

$$H^r = 5,8 \times 0,632 = 3,67;$$

$$N^r = 1,8 \times 0,632 = 1,1;$$

$$O^r = 17 \times 0,632 = 10,7;$$

$$S^r = 1,3 \times 0,632 = 0,82.$$

Отримані дані заносимо в таблицю 2.10.

Таблиця 2.10 – Технічний аналіз складу палива

Компоненти	C ^r	H ^r	O ^r	N ^r	S ^d	A ^d	W ^r
Вміст, %	46,8	3,67	10,7	1,10	0,82	15,80	21,00

Нища теплота згорання робочого палива, кДж/кг

$$Q_{\text{н}}^r = 81C^r + 246H^r - 26O^r + 26 S^d - 6 W^r, \quad (2.34)$$

$$Q_{\text{н}}^r = 4422,43.$$

3. Склад палива (моль), приймаючого участь в генераторному процесі (з урахуванням 2 % втрат).

Склад палива показано в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Склад палива

Компоненти	C	H	O	N	S	W
Кількість, моль/кг	3,822	1,7983	0,3234	0,0392	0,0294	1,1466

2.10.2 Розрахунок продуктів піролізу

1. Водяна пара (H₂O). У продукти сухої перегонки, крім гігроскопічної вологи, переходить в середньому 50 % кисню і еквівалентна йому кількість водню палива, кг/моль

$$g(\text{H}_2\text{O}) = W + O = 1,1466 + 0,3234 = 1,47. \quad (2.35)$$

2. Діоксид вуглецю (CO_2). У газ сухої перегонки у вигляді діоксиду вуглецю в залежності від класу палива переходить така кількість кисню палива, кг/моль

$$g(\text{CO}_2) = \frac{O \cdot 20}{100} = \frac{0,3234 \cdot 20}{100} = 0,06468. \quad (2.36)$$

3. Метан (CH_4). З компонентів, що містяться у вугіллі водню переходить в метан 30%, кг/моль

$$g(\text{CH}_4) = \frac{H \cdot 30}{100} = \frac{1,7983 \cdot 30}{100} = 0,53949. \quad (2.37)$$

4. Етилен (C_2H_4).

В етилен переходить (3 ... 5) % водороду вугілля (приймаємо 3 %), кг/моль

$$g(\text{C}_2\text{H}_4) = \frac{H \cdot 4}{100 \cdot 2} = \frac{1,7983 \cdot 4}{100 \cdot 2} = 0,035966. \quad (2.38)$$

5. Визначення виходу смоли. В смолу переходить (з урахуванням виносу 2 %) 3,41 кг вуглецю. Склад смоли: 78,8 % С; 7,8 % Н; 12,1 % О; 1,4 % N; $Q_b = 34987$ кДж/кг.

$$(X_i) = \frac{x_i G(C)}{C}, \quad (2.39)$$

де X_i - зміст i - го компоненту в смолі, кг;

x_i - відсотковий вміст i - го компонента в смолі, %.

В таблиці 2.12 показано елементарний аналіз смоли.

Таблиця 2.12 – Елементний аналіз смоли.

Компоненти смоли	Маса, кг	Кількість речовини, кг/моль $\times 10^2$
С	3,5966	29,97
Н	0,356	17,8
О	0,552	1,725
N	0,064	0,229
Всього	4,5686	49,724

Зробимо розрахунок для кожного компонента смоли, кг

$$H = \frac{7,8 \cdot 3,5966}{78,8} = 0,356,$$

$$O = \frac{12,1 \cdot 3,5966}{78,8} = 0,552,$$

$$N = \frac{1,4 \cdot 3,5966}{78,8} = 0,064.$$

6. Азот (N_2). При звичайних розрахунках можна знехтувати виходом аміаку і прийняти, що N_2 переходить в газ у вигляді газоподібного азоту за вирахуванням азоту, що міститься в смолі, кг/моль

$$G(N_2) = 0,038 \times 0,984 = 0,037. \quad (2.40)$$

7. Сірка (S). В середньому 80 % сірки перетворюється в газ у вигляді сірководню (H_2S) та 20 % залишається в шлаку, кг/моль

$$G(H_2S) = \frac{0,0294 \cdot 80}{100} = 0,02352. \quad (2.41)$$

8. Водень (H_2). На попередні реакції витрачено водню, кг/моль

$$\begin{aligned} G_1(H_2) &= 0,3234 + 0,53949 + 0,02352 + 0,035966 + 0,356 = \quad (2.42) \\ &= 1,2784. \end{aligned}$$

Інший водень виділяється у вигляді газообразного водню, кг/ моль

$$G_2(H_2) = 1,7983 - 1,2784 = 0,5199. \quad (2.43)$$

9. Окис вуглецю (CO).

Остаточний кисень палива за вирахуванням кисню, який пішов на освітлення пірогенної вологи, діоксиду вуглецю і смоли, переходять в газ у вигляді окису вуглецю.

На всі попередні реакції витрачено кисню 0,281 кг/моль.

Залишок кисню, кг/моль

$$G_1(O_2) = 0,3234 - 0,281 = 0,042. \quad (2.44)$$

Залишки кисню підуть на утворення окисі вуглецю, кг/моль

$$G_2(CO) = 0,281 \cdot 2 = 0,562. \quad (2.45)$$

10. Вуглець (C). На всі попередні реакції витрачено вуглецю

$$G_1(C) = 0,64 \text{ кг/моль.}$$

В реакційну зону перейде вуглецю, кг/моль

$$G_2(C) = 3,822 - 0,64 = 3,192. \quad (2.46)$$

Таким чином, в процесі піролізу будемо мати наступні продукти, представлені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Продукти піролізу.

Компоненти газу	Кількість газу, кг/моль $\times 10^2$	Кількість газу, кг	Вміст в газі, %	
			сухому	вологовому
1	2	3	4	5
CO ₂	6,47	2,85	2,55	1,61
CO	56,2	15,74	22,12	14,01
CH ₄	53,95	8,63	21,23	13,45
C ₂ H ₄	3,59	1,01	1,41	0,89
H ₂	127,84	2,56	50,31	31,87

Продовження таблиці 2.13

1	2	3	4	5
H ₂ S	2,35	0,79	0,92	0,56
N ₂	3,7	1,04	1,46	0,92
H ₂ O	147	26,46	-	36,65
Всього	401,1	59,08	100	100

2.10.3 Розрахунок процесу газифікації

Деяка частина вуглецю, що надійшов в зону газифікації, залишається в шлаку.

Зміст вуглецю в шлаку приймаємо 10 % від ваги шлаку. В шлак, крім вуглецю, переходять зола, і 20 % сірки палива, кг

$$C_{\text{ш}} = (A^r + 0,2S) \frac{10}{90}, \quad (2.47)$$

де $C_{\text{ш}}$ – зміст вуглецю в шлаку, кг.

$$C_{\text{ш}} = (15,8 + 0,2 \cdot 0,82) \cdot \frac{10}{90} = 1,774.$$

Виход шлаку, кг

$$V_{\text{ш}} = (A^r + 0,2S) + C_{\text{ш}}, \quad (2.48)$$

$$V_{\text{ш}} = (15,8 + 0,2 \cdot 0,82) + 1,774 = 17,738.$$

Приймаємо, що на 100 кг палива вводиться 20 кг пари ($v_{\text{п}} = 1,11$ моль).

Складаємо п'ять рівнянь для розрахунку складу газу по загальному генераторному процесу:

$$\text{CO} + \text{CO}_2 = 3,192;$$

$$\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} = 1,11;$$

$$\frac{\text{CO} \times \text{H}_2\text{O}}{\text{CO}_2 \times \text{H}_2} = 2,5;$$

$$2\text{CO}_2 + \text{CO} = \frac{\text{N}_2}{1,88} + \text{H}_2;$$

П'яте рівняння складаємо на основі рівняння теплового балансу всього генераторного процесу, задаваясь температурою газу на виході з генератору 250 °С.

2.10.4 Матеріальний баланс піролізу

Процес піролізу проходить без доступу пароповітряної суміші, тому продуктами піролізу є: піролізні гази, баласт - зола, смола і коксовий залишок.

Таблиця 2.14 - Матеріальний баланс піролізу

Приход			Расход		
Найменування статей	кг	%	Найменування статей	кг	%
1	2	3	4	5	6

Продовження таблиці 2.14

1	2	3	4	5	6
Вугілля у т.ч. золи	1000,0 158,0	100	1. Продукти піролізу	590,8	59,08
			2. Зола	158,0	15,80
			3. Смола	45,7	4,57
			4. Коксовий залишок	205,5	20,55
Всього	1000,0	100	Всього	1000,0	100

2.11 Приход тепла

Теплота згоряння палива, кДж/кг

$$Q = 4,19 \times (81C + 300H - 26O + 26S) = 19241,6532. \quad (2.49)$$

На 100 кг палива маємо, кДж

$$Q_1 = 19241,6532 \cdot 100 = 1924165,32.$$

Фізичне тепло з вугіллям, кДж

$$Q_2 = c_y t m, \quad (2.50)$$

де c_y – теплоємність вугілля, $c_y = 0,2$ ккал/кг ;

t – температура вугілля, $t = 15$ °C .

$$Q_2 = 4,19 \times (0,2 \times 15 \times 100) = 1257.$$

Тепловміст пари пароповітряного дуття, кДж

$$Q_3 = W^p c_p, \quad (2.51)$$

де c_p – тепловміст насиченої пари, $c_p = 622$ ккал/кг.

$$Q_3 = 4,19 \times (21 \times 622) = 54729,78.$$

Тепловміст подаючого в генератор повітря, кДж

$$Q_4 = c_v t v, \quad (2.52)$$

де c_v – теплоємність повітря, $c_v = 0,312$ ккал/м³;

v – витрата повітря на дуття, $v = 133$ м³.

$$Q_4 = 4,19 \times (0,312 \times 15 \times 133) = 2608.$$

Загальний прихід тепла в генератор, кДж

$$Q_{пр} = 1924165,32 + 1257 + 54729,78 + 2608 = 1982760,1.$$

2.12 Витрата тепла

Теплота згорання газів, кДж

$$Q_i' = q_i v_i, \quad (2.53)$$

де q_i – теплота згорання i -го газу;

v_i – кількість речовини i -го газу, кг · моль.

$$Q_{CH_4} = 4,19 \cdot (213000 \cdot 0,5395) = 481487,6;$$

$$Q_{C_2H_4} = 4,19 \cdot (341500 \cdot 0,0359) = 51368,8;$$

$$Q_{H_2} = 4,19 \cdot (68350 \cdot 1,2784) = 366116,5;$$

$$Q_{CO} = 4,19 \cdot (67700 \cdot 0,562) = 159418,6;$$

$$Q_{H_2S} = 4,19 \cdot (123920 \cdot 0,0235) = 12201,8;$$

$$Q_1' = 1070593,3.$$

Теплота згорання смоли, кДж/кг

$$Q = 4,19 (81C + 300H - 26O) \quad (2.54)$$

$$Q = 4,19 \cdot (81 \cdot 78,8 + 300 \cdot 7,8 - 26 \cdot 12,1) = 35230$$

$$Q_2' = 4,19 \cdot (4,5686 \cdot 8408,2) = 160953,4.$$

Тепловміст смоли, кДж

$$Q_3' = (Q_0 \cdot c_{см} \cdot t) \cdot m_{см}, \quad (2.55)$$

де $c_{см}$ – тепловміст смоли, $c_{см} = 0,5$ ккал/кг;

Q_0 – скрита теплота випаровування, $Q_0 = 80$ ккал/кг.

$$Q_3' = 4,19 \cdot (80 + 0,5 \cdot 250) \cdot 4,5686 = 3924,2.$$

Теплота згорання вуглецю шлаку, кДж

$$Q_4' = C_{ш} Q_c, \quad (2.56)$$

де $C_{ш}$ – зміст вуглецю в шлаку, кг;

Q_c – теплота згорання вуглецю, кДж.

$$Q_4' = 4,19 \cdot (1,774 \cdot 7800) = 57977,9.$$

Фізичне тепло шлака, кДж

$$Q_5' = t \cdot c_{\text{ш}} \cdot m_{\text{с}}, \quad (2.57)$$

де t – температура шлаку, $t = 300$ °С;

$c_{\text{ш}}$ – тепловміст шлаку, $c_{\text{ш}} = 0,2$ ккал/кг;

$m_{\text{ш}}$ – маса шлаку.

$$Q_5' = 4,19 \cdot (0,2 \cdot 300 \cdot 17,738) = 4459,3.$$

Витрата тепла на втрати в навколишнє середовище та отримання пари в рубашці приймаємо рівне 5 % від теплотворної здатності палива, кДж

$$Q_6' = 0,05 \cdot Q_1 \quad (2.58)$$

$$Q_6' = 4,19 (0,05 \cdot 1924165,32) = 403112,6.$$

Тепловміст продуктів піролізу, кДж

$$Q_7' = 22,4 c_i \cdot v_i \cdot t, \quad (2.59)$$

де c_i – теплоємність i -го газу;

t – температура газів.

$$Q_{\text{CO}_2}' = 4,19 \cdot (0,0647 \cdot 22,4 \cdot 250 \cdot 0,426) = 646,7;$$

$$Q_{\text{CH}_4}' = 4,19 \cdot (0,5395 \cdot 22,4 \cdot 250 \cdot 0,414) = 5240,8;$$

$$Q_{\text{C}_2\text{H}_4}' = 4,19 \cdot (0,0359 \cdot 22,4 \cdot 250 \cdot 0,518) = 436,3;$$

$$Q'_{CO} = 4,19 \cdot (0,562 \cdot 22,4 \cdot 250 \cdot 0,313) = 4127,5;$$

$$Q'_{H_2} = 4,19 \cdot (1,2784 \cdot 22,4 \cdot 250 \cdot 0,31) = 9298,9;$$

$$Q'_{H_2S} = 4,19 \cdot (0,0235 \cdot 22,4 \cdot 250 \cdot 0,393) = 216,7;$$

$$Q'_{H_2O} = 4,19 \cdot (595 + 0,48 \cdot 250) \cdot 26,46 = 79270,2;$$

$$Q'_r = 99237,1.$$

Хімічне тепло уносу пилу, кДж

$$Q'_8 = m_y Q^p_B \quad (2.60)$$

$$Q'_8 = 4,19 \cdot (2 \cdot 4558,8) = 38203.$$

Фізичне тепло уносу, кДж

$$Q'_9 = t_y c'_y m_y, \quad (2.61)$$

де t_y – температура пилу, $t_y = 200$ °С;

c'_y – тепловміст пилу, $c'_y = 0,23$ ккал/кг.

$$Q'_9 = 4,19 \cdot (200 \cdot 2 \cdot 0,23) = 386.$$

Загальна витрата тепла, кДж

$$Q'_p = 1070593,3 + 160953,4 + 3924,2 + 57977,3 + 4459,3 + 403112,6 + 99237,1 + \\ + 38203 = 1838460,2.$$

Різниця між приходом та расходом тепла, складає теплоту згорання та теплосклад продуктів загального генераторного процесу складає, кДж

$$1982760,1 - 1838460,2 = 144299,9.$$

Теплота згорання продуктів основного генераторного процесу

$$4,19 \cdot (67700\text{CO} + 68350\text{H}_2).$$

Теплоємність при 250 °С, кДж:

$$\text{CO}_2 \cdot 4,19 \cdot 22,4 \cdot 250 \cdot 0,426 = 9996 \text{ CO}_2;$$

$$(\text{CO} + \text{N}_2) 22,4 \cdot 4,19 \cdot 250 \cdot 0,313 = 7341 (\text{CO} + \text{N}_2);$$

$$\text{H}_2 \cdot 22,4 \cdot 4,19 \cdot 250 \cdot 0,31 = 7274 \text{ H}_2;$$

$$\text{H}_2\text{O} \cdot 22,4 \cdot 4,19 \cdot 250 \cdot 0,362 = 8493 \text{ H}_2\text{O}.$$

Прихована теплота випаровування H_2O - $(10550 \cdot 4,19) \text{ H}_2\text{O}$.

Звідси п'яте рівняння, кДж

$$4,19 \cdot (67700\text{CO} + 68350\text{H}_2) + 9996\text{CO}_2 + 7341\text{CO} + 7341\text{N}_2 + 7274\text{H}_2 + \\ + 8493\text{H}_2\text{O} = 144299,9.$$

Складаємо систему з п'яти рівнянь:

$$\text{CO} + \text{CO}_2 = 3,192;$$

$$\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} = 1,11;$$

$$\frac{\text{CO} \cdot \text{H}_2\text{O}}{\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2} = 2,5;$$

$$2 \text{CO}_2 + \text{CO} = \frac{\text{N}_2}{1,88} + \text{H}_2;$$

$$4,19 \cdot (67700\text{CO} + 68350\text{H}_2) + 9996\text{CO}_2 + 7341\text{CO} + 7341\text{N}_2 + 7274\text{H}_2 + \\ + 8493\text{H}_2\text{O} = 572233,9.$$

Висновок: $\text{H}_2\text{O} = 0,833$; $\text{H}_2 = 0,267$; $\text{N}_2 = 7,5$; $\text{CO}_2 = 1,63$; $\text{CO} = 1,56$.

2.13 Розрахунок складу газу на 100 кг бурого вугілля

Проводилося дослідження в практичних умовах на газогенераторній станції в приміщенні котельні садового комплексу «Малишівка».

Вихід вологого газу, м^3

$$V^{\text{в.г.}} = 22,4 V^{\text{г}}, \quad (2.62)$$

де $V^{\text{г}}$ – вихід кінцевого генераторного газу, кг/моль .

$$V^{\text{в.г.}} = 15,801 \cdot 22,4 = 353,9.$$

Склад генераторного газу показано в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 – Склад генераторного газу

Компоненти газу	Кількість газу, кг/моль			Склад генераторного газу, % об.	
	газ піролізу, $\times 10^2$	газ з зони газифікації, $\times 10^2$	кінцевий генераторний газ, $\times 10^2$	сухого	вологого
CO ₂	6,47	163	169,47	12,6	10,7
CO	56,20	156	212,2	15,7	13,4
CH ₄	53,95	-	53,95	3,9	3,4
C ₂ H ₄	3,59	-	3,59	0,3	0,2
H ₂	127,84	26,7	154,54	11,5	9,8
H ₂ S	2,35	-	2,35	0,2	0,1
N ₂	3,70	750	753,7	55,8	47,8
H ₂ O	147	83,3	230,3	-	14,6
Всього	401,1	1179	1580,1	100	100

Визначимо вихід сухого газу, м³

$$V^{c.g.} = (V^g - H_2O^g) \cdot 22,4, \quad (2.63)$$

де H₂O^г – склад вологи в газі, кг/моль.

$$V^{c.g.} = (15,801 - 2,303) \cdot 22,4 = 302,4.$$

Витрата повітря, м³

$$V_B = \frac{N_2^r V^{c.r.} - \frac{0,85}{1,25}}{0,79}, \quad (2.64)$$

де N_2^r – склад азоту в газі, %;

$V^{c.r.}$ – вихід сухого газу, м³/кг.

$$V_B = \frac{55,8 \cdot 1,535 - \frac{0,85}{1,25}}{0,79} = 117,43.$$

Вологість газу, кг/м³

$$f = \frac{18H_2O^r}{V^{c.r.}} \quad (2.65)$$

$$f = \frac{2,303 \cdot 18}{302,4} = 0,169.$$

Кількість водяної пари, кг

$$G_{B.п.} = f V^{c.r.} \quad (2.66)$$

$$G_{B.п.} = 302,4 \cdot 0,169 = 41,3.$$

Теплоту згорання сухого газу знаходимо як суму теплоти згорання окремих горючих компонентів газу (CO, CH₄, C₂H₄, H₂, H₂S).

Матеріальний баланс 1000 кг вугілля показано в таблиці 2.16, тепловий баланс 1000 кг вугілля в таблиці 2.17.

Таблиця 2.16 – Матеріальний баланс (на 1000 кг вугілля)

Приход			Витрата		
Найменування Статей	Маса, кг	Вміст, %	Найменування статей	Маса, кг	Вміст, %
1. Вугілля у т.ч. зола	1000,0 158,0	36,832	1. Генераторний газ	1982,9	73,03
2. Водяна пара	200,0	7,366	2. Водяна пара	413,0	15,21
3. Повітря	151,5,0	55,80	3. Смола	45,7	1,68
			4. Шлак	177,38	6,53
			5. Унос	20,0	0,74
			6. Невязка	76,02	2,8
Всього	2715,0	100	Всього	2715,0	100

Таблиця 2.17 – Тепловий баланс (на 1000 кг вугілля)

Приход			Витрата		
Найменування статей	МДж	Вміст, %	Найменування статей	МДж	Вміст, %
1	2	3	4	5	6
1. Вугілля у т.ч. зола	1924,2	97,11	1. Генераторний газ	1152,364	58,15
2. Водяна пара	54,73	2,76	2. Водяна пара	125,63	6,34
3. Повітря	2,61	0,2	3. Смола	160,95	8,12

Продовження таблиці 2.17

1	2	3	4	5	6
			4. Шлак	61,90	3,12
			5. Унос	38,59	1,95
			6. Втрати в навколишнє середовище	403,1	20,34
			7. Невязка	39,036	1,97
Всього	1981,54	100	Всього	1981,54	100

2.14 Розрахунок основних параметрів газогенератору

Кількість вугілля, згораючого за добу на 1 м² колосниковій решітці, кг

$$G_v = 24 \times q, \quad (2.67)$$

де q – напруга горіння торфу, $q = 550$ кг/(м² · час).

$$G_v = 24 \times 550 = 13200.$$

Потужність газогенератору, кг/год

$$B = \frac{200 \cdot 1000}{24} = 8333.$$

Час перебування палива в газогенераторі, год

$$Z = \frac{V_m \rho}{B}, \quad (2.68)$$

де V_m - обсяг, займаєий паливом в газогенераторі, м^3 ;

ρ - насипна маса палива, 800 кг/м^3 ;

B – погодинна витрата палива в генераторі.

$$Z = \frac{56,24 \cdot 800}{8333} = 5,4.$$

Обсяг, займаєий паливом в газогенераторі, м^3

$$V_T = H_1 S = 4 \cdot 15,2 = 60,8 \quad (2.69)$$

де H_1 - висота шару палива, м;

S - площа газогенератору, м^2 .

Визначається площа газогенератору, м^2

$$S = \frac{G_m}{G_v} \quad (2.70)$$

$$S = \frac{200000}{13200} = 15,2.$$

Діаметр газогенератору, м

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \quad (2.71)$$

$$D = \sqrt{\frac{15,2 \cdot 4}{3,14}} = 4,4.$$

На підставі дослідів встановлено, що оптимальна висота шару палива при газифікації повинна бути на 300 см нижче вихідного патрубку $H_1 = 4$ м.

Висота газогенератора, м

$$H = v_y z \quad , \quad (2.72)$$

де v_y - швидкість подачі вугілля, $v_y = 1$ мм/сек.

$$H = 5,4 \cdot 3600 \cdot 10^{-3} = 19,4.$$

Так як використовується центральна фрезерна решітка, то продуктивність по шлаковидаленню (тобто за один оборот чаші) становить 0,5 т. Тривалість одного обороту чаші 55 хв.

Продуктивність газогенератору по шлаковидаленню $G_{ш} = 0,52$ т/рік.

Розрахунок матеріального і теплового балансів установки.

Матеріальний баланс установки (продуктивність установки $G_m = 8,3$ т/ч) представлений в таблиці 2.18.

Таблиця 2.18- Матеріальний баланс установки

Приход			Расход		
Найменування статей	кг/год	%	Найменування статей	кг/год	%
1	2	3	4	5	6
1. Вугілля у т.ч. зола	8300,0 1311,4	36,83	1. Генераторний газ	16458,07	73,03

Продовження таблиці 2.18

1	2	3	4	5	6
2. Водяной пар	1660	7,37	2. Водяна пара	3427,9	15,21
3. Повітря	12574,5	55,8	3. Смола	19,94	0,85
			4. Шлак	1472,254	6,53
			5. Унос	166	0,74
			6. Невязка	818,336	3,63
Всього	22534,5	100	Всього	22534,5	100

Таблиця 2.19 – Тепловий баланс установки

Приход			Расход		
1	2	3	4	5	6
Найменування статей	кВт	Вміст, %	Найменування статей	кВт	Вміст, %
1. Вугілля у т.ч. зола	4436,35	97,11	1. Генераторний газ	2656,84	58,15
2. Водяна пара	126,183	2,76	2. Водяна пара	289,58	6,34
3. Повітря	6,0175	0,13	3. Смола	371,08	8,12
			4. Шлак	142,71	3,14
			5. Унос	88,17	1,95
			6. Втрати тепла в навколишнє середовище	929,37	20,34
			7. Невязка	89,99	1,97
Всього	4568,55	100	Всього	4568,55	100

2.15 Розрахунок станції по зворотному циклу

$N = 5$ кВт; $V_{\Gamma} = 2,1$ м³/год.

Вихід газогенераторного газу, м³/год

$$V_{\text{д}} = \frac{1,867 \times (C_{\text{p}} - C_{\text{n}})}{(C_{\text{CO}_2} + C_{\text{O}_2} + C_{\text{CH}_4})}$$

$$V_{\text{д}} = \frac{1,867 \times 36,87}{(11,5 + 0,17 + 3,8)} = 2,048.$$

Розраховуємо масу синтетичного газу, кг

$$\begin{aligned} \gamma_{\Gamma} = & 0,0198 \times C_{\text{CO}_2} + 0,0043 \times C_{\text{O}_2} + 0,0125 \times C_{\text{CO}} + 0,0099 \times C_{\text{H}_2} + \\ & + 0,0072 \times C_{\text{CH}_4} + 0,0125 \times C_{\text{N}_2} , \end{aligned} \quad (2.74)$$

$$\begin{aligned} \gamma_{\Gamma} = & 0,0198 \times 8,5 + 0,0043 \times 0,17 + 0,0125 \times 19,5 + 0,0099 \times 12,3 + 0,0072 \times \\ & \times 3,8 + 0,0125 \times 55,73 = 1,171. \end{aligned}$$

Вміст вологи

$$\begin{aligned} f_{\Gamma} = & \left((W_{\text{p}} + 9 \times H_{\text{p}}) / (100 \times V_{\text{д}}) \right) + \left(G_{\text{B}} / V_{\text{д}} \right) - 0,804 \times \\ & \times (C_{\text{H}_2} + 2 \times C_{\text{CH}_4}) / 100 , \end{aligned} \quad (2.75)$$

$$\begin{aligned} f_{\Gamma} = & \left((7,8 + 9 \times 4,95) / (100 \times 2,165) \right) + \left(0 / 2,165 \right) - 0,804 \times \\ & \times (12,3 + 2 \times 3,8) = 0,0956. \end{aligned}$$

Сумарна кількість водяної пари, м³/год

$$G = V_d \times f_T \quad (2.76)$$

$$G = 2,048 \times 0,0956 = 0,1958.$$

Вихід вологого газу, м³/год

$$V_d^\lambda = V_d \times (1 + 1,245 \times f_T) \quad (2.77)$$

$$V_d^\lambda = 2,165 \times (1 + 1,245 \times 0,0818) = 2,292.$$

Витрата повітря, м³/год

$$L = 0,0127 \times V_d \times C_{N_2} \quad (2.78)$$

$$L = 0,0127 \times 2,292 \times \\ \times 52,73 = 1,372.$$

Розрахуємо матеріальний баланс – приход тепла

$$1 + 1,293 \times L + G_{B_{\text{подв}}} = 2,97. \quad (2.79)$$

Визначимо баланс – витрату тепла

$$\gamma_T \times V_T + G_{H_2O} + 0,01 \times A_p + 0,01 C_{\text{п}} = 0,042. \quad (2.80)$$

Баланс складає 0,042 для випадку грабових трісок, як альтернативне паливо.

Невязка дорівнює 1,4.

Низка теплотворна здатність цього палива складає 1222 ккал/м³, але на випадок насипної маси сухих трісок, ккал/м³

$$H_H = 30,35 \times C_{CO} + 25,7C_{H_2} + 85,7 C_{CH_4} \quad (2.81)$$

$$H_H = 30,35 \times 19,5 + 25,7 \times 12,3 + 85,7 \times 3,8 = 1234.$$

Для суміші соломи та вугілля, ккал/м³

$$H_H = 30,35 \times 21 + 25,7 \times 12,3 + 85,7 \times 3,2 = 1241.$$

Для суміші соломи та соняшникового лушпиння, ккал/м³

$$H_H = 30,35 \times 19,2 + 25,7 \times 12,76 + 85,7 \times 3,5 = 1211.$$

Для суміші торфу та соснових трісок, ккал/м³

$$H_H = 30,35 \times 18,54 + 25,7 \times 12 + 85,7 \times 8 = 1557.$$

Для суміші яблуневих та грушевих трісок, ккал/м³

$$H_H = 30,35 \times 21,34 + 25,7 \times 16,24 + 85,7 \times 7 = 1665.$$

Таким чином результати свідчать про можливість утворення нових видів палива на основі відходів допоміжного виробництва. Виконувався розрахунок використання березових, смерекових, липових трісок та суміші грабових трісок з подрібненими відходами соняшника.

Суміш 1 – деревні пелети (сосна 70 % + липа 30 %);

Суміш 2 – солома (30 %), тріски деревини (30 %), вугілля пил (40 %);

Суміш 3 – солома (35 %), лушпиння соняшника дрібне (65 %);

Суміш 4 – торф (50 %), тріски деревини (50 %);

Суміш 5 - яблуневі тріски (50 %), грушеві тріски (50 %).

Результати дослідів наведені в таблиці 2.20. Низша теплова здатність досліджуваних сумішей показана на рисунку 2.4.

Таблиця 2.20 – Компонентний склад паливних сумішей.

Суміші	CO ₂ , %	O ₂ , %	CO, %	H ₂ , %	CH ₄ , %	N ₂ , %	Hн, ккал/м ³
Суміш 1	11,5	0,17	19,5	12,3	3,8	52,73	1234
Суміш 2	13,4	0,14	21	12,8	3,2	49,46	1241
Суміш 3	12,87	0,34	19,2	12,76	3,5	51,33	1211
Суміш 4	16	0,27	18,54	12	8	45,19	1557
Суміш 5	17,34	0,12	21,34	16,24	7	37,96	1665

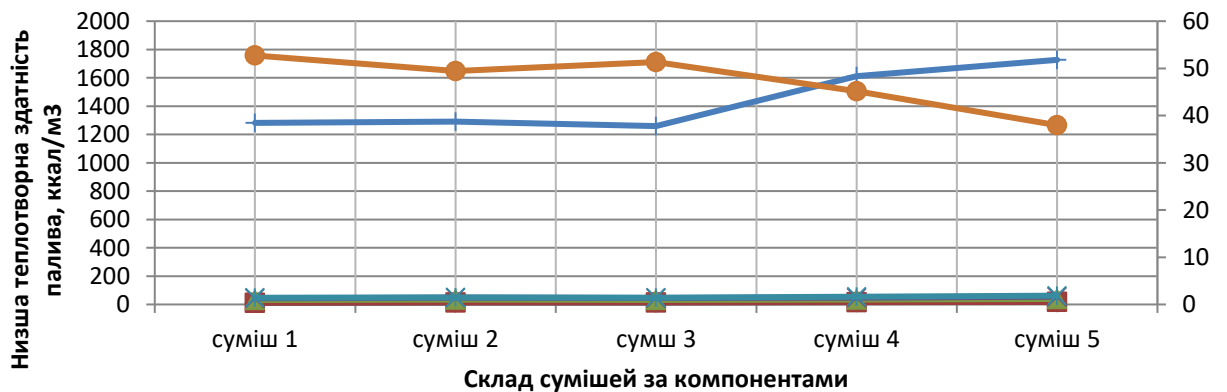


Рисунок 2.4 - Низша теплотворна здатність досліджуваних сумішей

Витрата повітря на опалювання, м³/год

$$L_B = (0,5 \times (C_{CO_2} + C_{H_2}) + 2C_{CH_4} - C_{O_2})/21, \quad (2.82)$$

$$L_B = (0,5 \times (8,5 + 12,3) + 2 \times 3,8 - 0,17)/21 = 1,111.$$

У випадку спалювання інших видів палива витрата може відрізнятись від 1,078 до 1,556.

Витрата суміші, кг/год

$$V_{\text{сум}} = V_{\Gamma} (1 + 1,05 \times L_B)/0,92, \quad (2.83)$$

$$V_{\text{сум}} = \frac{2,1(1 + 1,05 \times 1,111)}{0,92} = 4,910.$$

В дослідженні були використані 5 типів палива. Різниця між показниками варіювались між 4,891 до 17,905.

Витрата палива складає 2,48 кг/год.

Питома витрата палива, кг/год

$$g_e = \frac{V_{\text{сум}}}{P}, \quad (2.84)$$

$$g_e = \frac{0,91}{5} = 0,182.$$

Питома витрата газу, м³/год

$$V_{\Gamma} = V_{\text{д}}^{\lambda} \times G_{\Gamma}/P, \quad (2.85)$$

$$V_{\Gamma} = 2,385 \times 0,874/5 = 0,4179.$$

Теплотворна здатність газів, ккал/м³

$$h_H = 0,92 \times H_H / (1 + 1,05 \times L_B) \quad (2.86)$$

$$h_H = 0,92 \times 1234 / (1 + 1,05 \times 1,111) = 524.$$

Погодинна витрата палива при 24 годинній праці обладнання, кг/год

$$G_{\text{гг}} = G_{\text{г}} \times 24,365 / 1000 \quad (2.87)$$

$$G_{\text{гг}} = 0,91 \times \frac{24,365}{1000} = 8,0.$$

Вагове напруження палива: $q = 400 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Теплотворна маса органічного палива: 4460 ккал/кг; 3800 ккал/кг; 3650 ккал/кг; 3960 ккал/кг; 4145 ккал/кг відповідно.

Теплова напруга палива – $B = 180000 \text{ ккал}/(\text{год} \cdot \text{м}^2)$

Насипна маса сухого палива: 320 кг/м³; повітряно-сухого – 650 кг/м³; свіже спіяного – 910 кг/м³.

Чисельна маса при одному завантаженні, год

$$T = \frac{V_{\text{бунк}}}{G_{\text{г}}} \quad (2.88)$$

$$T = \frac{9}{0,874} = 10,4.$$

Відповідно при інших категоріях палива отримаємо: 2,41 годин; 3,18 годин; 6,12 годин; 9,21 годин.

Площа перетину камери, м²

$$F = \frac{Q_n^p \times G_T}{V_{\text{тепл нагр}}} \quad (2.89)$$

$$F = \frac{4460 \times 2,480}{1800000} = 0,0021.$$

Діаметр камери $D_k = 15$ см.

Швидкість дуття 18 м/с.

Кількість фурми, $n = 8$.

Діаметр фурми, $d_\phi = 8$ мм.

Діаметр горловини, см

$$d_r = \frac{D_k}{2} \quad (2.90)$$

$$d_r = \frac{8,54}{1,6} = 4,268.$$

Висота от фурми до горловини, см

$$h_r = 0,6 \times D_k \quad (2.91)$$

$$h_r = 0,6 \times 15 = 9.$$

Висота активної зони: $h = 22$ см.

Обсяг бункеру, м³

$$V_6 = G_T \times 8 \times 1,3/\gamma_m \quad (2.92)$$

$$V_6 = 0,874 \times 8 \times \frac{1,3}{320} = 0,03.$$

Діаметр бункеру 0,35 м.

Висота бункеру, м

$$H_6 = 1,274 \times V_B / \sqrt{D_B}, \quad (2.93)$$

$$H_6 = 1,274 \times \frac{0,028}{\sqrt{0,35}} = 0,3.$$

Підбираємо прямокутний бункер.

Підбираємо корпус.

Діаметр корпусу становить, м

$$H_6 = D_B + 0,04, \quad (2.94)$$

$$H_6 = 0,35 + 0,04 = 0,39.$$

Розрахуємо розміри зольнику:

- обсяг зольнику, м³

$$V_{\text{зол}} = G_T \times \delta \times \tau_3 / (100 \times q_{\text{відх}}), \quad (2.95)$$

$$V_{\text{зол}} = 0,912 \times 2 \times \frac{80}{(100 \times 0,3)} = 4,9;$$

- висота зольнику, м

$$H_{\text{зол}} = G_T \times \delta \times \tau_3 / (F_3 \times \tau_3), \quad (2.96)$$

$$H_{\text{зол}} = \frac{0,874 \times 2 \times 80}{(11,94 \times 0,33)} = 41;$$

- приймаємо відсоток відходів палива 2 %;
- відсоток вологи 0,3 кг/л;
- час роботи – 80 годин;
- концентрація газів, кг/м³

$$C_T = 12 \times (C_{CO} + C_{CO_2} + C_{CH_4}) / (22,4 \times 100) \quad (2.97)$$

$$C_T = 12 \times \frac{(19,5 + 11,5 + 3,8)}{(22,4 \times 100)} = 0,186.$$

3 КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

I АВТОМАТИКА

Засоби автоматизації мають бути вибрані технічно грамотно і економічно обґрунтовано. Конкретний тип автоматичного пристрою вибирають з урахуванням особливостей об'єкту управління і прийнятої системи управління. При цьому перевагу слід віддавати однотипним, централізованим і таким пристроям, що серійно випускаються. Це значно спростить постачання і експлуатацію. У зв'язку з тим, що процес нагріву води не належить до пожежо- та вибухонебезпечних, автоматизація здійснюється на основі використання електричних засобів. Електричні прилади точніші і відрізняються швидкодією в порівнянні з пневматичними. Джерела енергії в електричних засобах автоматизації простіші і надійніші. Також відсутні обмеження по відстані між підсилювачем і виконавчим механізмом. Електричні регулятори дозволяють легко підсумовувати різні імпульси. Для регулювання використовуються регулятори РС29. Вони володіють високою точністю і виконують наступні функції: масштабування сигналу від датчика, алгебраїчне підсумовування, введення сигналу завдання, формують і підсилюють сигнал розшаровування, світлову індикацію виходу. З регуляторами РС29 працюють електричні виконавчі механізми типу МЕО. Для виміру надлишкового тиску використовуються датчики типу Метран 100 – ДИ.

Для регулювання температури прямої і зворотної води зміною витрати газу залежно від температури в загальному колекторі, в якості чутливого елемента використовується аналоговий термперетворювач температури типу ТСПУ–Метран–276 (ТТ1 – ТТ4). Ці перетворювачі призначені для виміру температури нейтральних і агресивних середовищ, по відношенню до яких матеріал захисної арматури є корозійностійким. Чутливий елемент первинного перетворювача і вбудований в голівку датчика вимірювальний перетворювач перетворюють вимірювану температуру в уніфікований вихідний сигнал

постійного струму, що дає можливість побудови АСУТП без вживання додаткових нормуючих перетворювачів.

Контроль тиску води необхідний для того, щоб визначити, чи є витрата води через казан. При зменшенні витрати тиск знижується. Контроль тиску повітря після дуттьового вентилятора необхідний для визначення роботи вентилятора. Пониження тиску повітря відбувається в разі відключення вентилятора або закриття його направляючого апарату при несправності регулятора повітря. При зниженні тиску повітря може відбутися відрив факела або його погасання. Оскільки у момент відключення вентилятора повітря в топку не поступає, розрідження збільшується, відбувається відрив факела.

В якості виконавчого механізму вибирається електричний однооборотний типу МЕО 40/10-0,25 (ИМ1). Як поворотно-регулююча заслінка вибирається ПРЗ-150 (ИМ2), яка вибирається залежно від тиску і діаметру трубопроводу. Для регулювання тиску повітря залежно від витрати палива і вмісту кисню в димових газах, як вимірювальний перетворювач тиску повітря використовується перетворювач типа Метран – 100 – ДИ (РТ1, РТ3, РТ4).

У системі автоматичного регулювання розрідження в топці газогенератору відведенням димових газів в якості перетворювача розрідження застосовується перетворювач типу Метран – 100 – ДИВ (РТ2).

У системі автоматичного контролю і сигналізації витрати газу датчиком є камерна діафрагма типа ДКС 10-150 (FS1).

Датчиком в системі автоматичного контролю температури димових газів використовується термоперетворювач типа ТСПЕ-Метран-276 (ТТ4).

Для систем захисту вибираються датчики-реле. В якості датчика-реле тиск зворотної води, тиск живильної води, тиск повітря, тиск газу – ДРД -400А (PS1).

Після переведення перемикача шафи автоматики газогенератору в положення «Пуск» послідовно виконуються етапи відповідно до таблиці 3.1. При цьому в нижньому рядку дисплея контролера виводиться час, що залишився до завершення поточного етапу.

Етапи запуску котла показано у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Етапи запуску котла

№ п/п	Найменування етапу	Повідомлення на дисплеї контролера	Тривалість етапу, секунд
1	Перевірка готовності до пуску	немає	0
2	Включення електромеханізмів та запуск автомата LGB22 пальника	Вентиляція топки	30
3	Чекання від автомата LGB сигналу «Подається газ до топки»	Робота Автомата Пальника	до появи сигналу або 240 сек
4	Контроль наявності або відсутності сигналу «Подається газ до топки»	Контроль включення	2
5	Затримка на переведення заслонок газу і повітря в позицію «Мале горіння»	Перехід на мале горіння	10
6	Час стабілізації режиму горіння***	Прогрівання газогенератору	30 – 900 *
7	Регулювання потужності пальника і контроль відсутності аварійних ситуацій	Робочий режим	до зупинки газогенератору
8	Переведення котла в режим «Мале горіння»	Регульована зупинка	30
9	Відключення пальника та післязупиночна вентиляція котла	Післявентиляція	10 – 600 **

* – конкретний час задається у відеокадрі «Параметри роботи».

** – конкретний час задається у відеокадрі «Параметри пуску».

На етапі «Вентиляція топки» послідовно виконуються наступні дії:

1. Одночасно видаються команди на пуск перетворювача частоти димососа типу Altivar - 31 (UZ1), включення регулятора розрідження, включення пальника (пуск автомата LGB), відкриття направляючого апарату димососа (ИМ1) і відкриття засувки води через котел.

2. Формується витримка часу 30 секунд для обробки регулятором розрідження заданої установки (задається у відеокадрі «Параметри пуску») для вентиляції топки (приблизно за цей же час автомат пальника LGB переміщає заслінку повітря в положення «Відкрита повністю»).

На етапі «Робота автомата пальника» автоматом LGB послідовно виконуються дії:

- перевірка газових клапанів на герметичність;
- формується витримка часу 36 секунд для вентиляції котла (при повністю відкритій заслінці повітря і заданому розрідженні в топці);
- після закінчення вентиляції заслінка повітря переміщається в позицію запалення;
- розпалення газу запальника (4 сек);
- відкриття основних газових клапанів подачі газу в топку, На етапі «Контроль включення» контролюється відкриття основних газових клапанів (вони можуть бути відкриті лише, якщо є полум'я в топці).

Примітка. Перехід з етапу «Робота автомата пальника» на етап «Контроль включення» відбувається в двох випадках: після відкриття газових клапанів або через 240 сек., якщо немає сигналу відкриття газових клапанів. У останньому випадку подальша робота автоматики блокується і на дисплей контролера виводиться повідомлення «Відмова автомата пальника».

На етапі «Перехід на мале горіння» здійснюється переведення заслінок газу і повітря в позицію «Мале горіння».

На етапі «Прогрівання газогенератору» регулятором температури здійснюється плавне регулювання потужності пальника до досягнення значення температури на виході газогенератору заданої установки (задається у

відеокадрі «Регулятор температури») або максимально можливої температури (нижче уставленої), якщо палик вийшов в позицію «Велике горіння».

На етапі «Робочий режим» здійснюється підтримка заданої температури на виході газогенератору і включається алгоритм каскадного управління.

Відключення газогенератору здійснюється на етапі «Регульована зупинка». При виконанні регульованої зупинки виконуються наступні дії:

- відключається регулятор температури і видається команда на переміщення заслінок газу і повітря в позицію «Мале горіння».

- формується витримка часу 30 сек. для переміщення заслінок газу і повітря в позицію «Мале горіння».

- після закінчення 30 сек. видається команда на відключення палика (закриття газових клапанів).

- формується задана витримка часу для вентиляції топки. На протязі цього часу працює регулятор розрідження. Тиск повітря підтримується автоматом LGB на протязі 12 секунд, а потім двигун палика відключається.

- після закінчення часу вентиляції видається команда на закриття засувки води.

При виконанні аварійної зупинки виконуються ті ж дії, що і при регульованій зупинці, але команда на відключення палика видається без затримки часу і формується повідомлення «ЗАХИСНА ЗУПИНКА».

Після зупинки газогенератору по захисту (повідомлення «ЗАХИСНА ЗУПИНКА») подальша робота автоматики блокується. Для повторного запуску котла необхідно або перевести перемикач на шафі автоматики (ША) в положення «Стоп», а потім в положення «Пуск», або виконати з комп'ютера команду «Скидання захисту».

При виконанні команди «Дистанційна зупинка» відбувається зупинка котла. Для подальшого включення газогенератору необхідно або зняти команду «Дистанційна зупинка» з комп'ютера, або перевести перемикач на шафі автоматики в положення «Стоп», а потім в положення «Пуск».

Якщо температура прямої води збільшилася, збільшується опір термоперетворювача типу ТСПУ-Метран-276 (ТТ1), також збільшується тиск води, який фіксується датчиком надлишкового тиску (РТ3). Якщо тиск перевищує допустимий сигнал поступає на термостат безпеки з блокуванням типу С07А3М (ТS1). Термостат безпеки автоматично відключає напругу живлення приладу. Перезапустити термостат можна лише вручну, але лише після того, як буде визначена причина спрацьовування пристрою.

Якщо температура зворотної води збільшилася, збільшується опір термоперетворювача типу ТСПУ-Метран-276 (ТТ2), збільшується тиск зворотної води, що фіксується датчиком надлишкового тиску (РТ4). Струмний сигнал подається на регулятор РС29. В ньому формується сигнал, що управляє, відповідно до ПІ-закону регулювання. Цей сигнал посилюється підсилювачем і подається на виконавчий механізм (ИМ2), який зменшує подачу палива, змінюючи положення поворотно-регулюючої заслінки ПРЗ-150 (ИМ2). Температура живильної води сигналізується.

Контроль тиску води необхідний для того, щоб визначити, чи є витрата води через газогенератор. При зменшенні витрати тиск знижується. Контроль тиску повітря після дуттьового вентилятора необхідний для визначення роботи вентилятора. Пониження тиску повітря відбувається в разі відключення вентилятора або закриття його направляючого апарату при несправності регулювальника повітря. При пониженні тиску повітря може статися відрив факела або його згасання. Оскільки у момент відключення вентилятора повітря в топку не поступає, розрідження збільшується, відбувається відрив факела.

Зниження тиску газу нижче допустимого (PS1) приводить до згасання факела. Тому тиск палива необхідно контролювати.

При підвищених розрідженнях в газозоді буде великий присос зовнішнього повітря через всякого роду нещільності в обмурівці, це погіршить умови теплопередачі, знизиться продуктивність за рахунок підвищеної втрати

з газами, що відходять. Тому необхідний контроль розрідження перед димососом (РТ4).

Метан в суміші з повітрям створюють вибухонебезпечну газоповітряну суміш, що вибухає від джерела відкритого вогню. Вона діє на людину удушаючи і отруючи, тому необхідно контролювати вміст метану CH_4 в приміщенні. При погасанні факела, топка газогенератору і приміщення заповнюються газом, і може статися вибух. Для запобігання цього передбачений контроль по наявності полум'я в топці газогенератору.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Основні шкідливі і небезпечні виробничі фактори ділянки водопідготовки котельної

Проектована ділянка водопідготовки котельні призначена для забору води з поверхневого джерела, її підготовку та подачу споживачу.

Застосовувана на станції технологія характеризується використанням хімічних речовин і з'єднань, а також наявністю великої кількості механічного та електричного обладнання.

На всіх виробничих ділянках проекрованої станції передбачено комплекс технічних заходів, що забезпечують повну безпеку і збереження здоров'я обслуговуючого персоналу за умови дотримання основних вимог санітарних норм і правил безпеки.

Застосовується сірчаноокислий алюміній (сульфат алюмінію). Він є отруйним. Розчин високої концентрації шкідливо впливає на організм людини, а при попаданні на одяг і взуття руйнує їх. Перебування працюють в умовах запиленості, характерних для складів і приміщень реагентного господарства, де розташовані установки приготування і дозування реагентів, сприяє захворюванню органів дихання пневмоліозом. ГДК сірчаноокислого алюмінію в повітрі становить 2 мг/м³.

Шум і вібрація при тривалій дії на людину в умовах перевищення санітарних норм, негативно позначаються на стані здоров'я людини. Тривала дія інтенсивних шумів може викликати, іноді і повну втрату слуху. Шум і вібрація є причиною зниження працездатності, ослаблення пам'яті, уваги, гостроти зору, що може привести до травматизму та аварій. Допустимий рівень шуму на робочих місцях становить 85 дБА.

Робота, що вимагає зосередженості, з підвищеними вимогами до процесам спостереження за процесами очищення води (робочі місця за пультом, в приміщеннях лабораторій, в приміщеннях з гучними агрегатами, відповідно) - 65 дБА.

При веденні газо-електрозварювальних робіт можливе утворення іскр і бризок розплавленого металу. Під час електрозварювання існує небезпека ураження людини електричним струмом. Крім того, при зварюванні можлива дія на людину дрібного пилу і аерозолів, оксидів продуктів згоряння, що може привести до хронічних отруєнь і поразки центральної нервової системи.

Велику небезпеку для людини представляє електричний трифазний струм. Технологічне обладнання станції живиться електричним струмом 380 В від трьохпровідної мережі трифазного струму. Більшість приміщень по небезпеці поразки електричним струмом відноситься до категорії з підвищеною небезпекою.

Технічні та організаційні заходи захисту здійснюються з урахуванням класу приміщення, напруги і призначення електроустановок.

Для забезпечення безпечних умов праці виконуються наступні технічні захисні заходи: захисне відключення, застосування малих напруг, захист від випадкового дотику до струмоведучих частин, застосування електрозахисних засобів і т.д. Будинки і споруди, а також люди, що працюють в енергоцеху, захищаються і від атмосферної електрики громовідводом.

4.2 Основні правила техніки безпеки при обслуговуванні обладнання ВПУ і при роботі в хімлабораторії

4.2.1 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи необхідно:

- одягти спецодяг. Спецодяг повинен бути завжди чистою, застібнутому на всі гудзики;
- ознайомитися із записами в змінному журналі з моменту останнього чергування;
- взуття - на низькому каблучі, гумовому ходу і з закритими п'ятами;
- голову треба покривати косинкою або беретом.

4.2.2 Підготовка робочого місця

Для підготовки робочого місця необхідно:

- розставити хімічний посуд так, щоб вона відповідала виробництву певного аналізу;
- бюретки і мікробюретки необхідно добре закріпити на титрувальному столі;
- перевірити стіл, щоб він стійко був закріплений на підлозі і добре освітлений;
- крани на бюретці потрібно добре притерти, щоб вони не пропускали розчин;
- перевірити робочі розчини, які повинні бути закриті пробкою;
- перевірити чистоту в приміщенні (на підлозі не повинно бути розлитих калюж, бруду, потьоків);
- перевірити справність посуду;
- вся апаратура водоочищення повинна бути добре освітлена і доступна для обслуговування;
- на посуді з реактивами повинні бути наклеєні певні написи;
- прийом-передача зміни оформляються записом у змінному журналі;
- не дозволяється приймати або здавати зміну під час ліквідації аварії, здавати зміну хворому або в нетверезому стані.

4.2.3 Вимоги безпеки під час роботи

Під час роботи необхідно дотримуватись наступних вимог:

- стежити, щоб переходи і робочі площадки не захаращувалися сторонніми предметами;
- стежити, щоб сходи і майданчики мали міцні перила; майданчики по периметру повинні мати бортову смужку заввишки (15...20) см. Перекриття, майданчики і сходи повинні виготовлятися з рифленого заліза;

- користуватися переносними драбинами, що відповідають вимогам правил охорони праці;

- стежити, щоб вентиля і засувки мали покажчики відкриття і закриття (стрілки), написи, а також номери згідно схеми;

- не перебувати без потреби в площині роз'єму фланців, у сальників, арматури паропроводів і трубопроводів гарячої води;

- не дозволяти проводити будь-які ремонтні роботи на обладнанні, що знаходиться під тиском. Проводити будь-які ремонтні роботи на діючому обладнанні категорично забороняється;

- внутрішні роботи в баку деаератора дозволяється проводити лише після повного відключення бака, спуску води, повного охолодження, відключення всіх паропроводів, трубопроводів, хімічещеної води за допомогою заглушок. Ремонт повинен проводитися з наявністю спостерігачів за працюючими всередині бака. Працювати зі страховим поясом. На роботу всередині бака обов'язково виписується наряд-допуск, робота виконується зі страхувальним поясом;

- при відкритті засувки і вентилів дотримуватися обережності, тобто відкривати повільно, прислухаючись до шумів в трубопроводі. При відкритті арматури забороняється ставати на бар'єр майданчиків або випадкові предмети;

- не вмикати непрогрітих недренованих гарячих трубопроводів;

- при приготуванні розчину сірчаної кислоти необхідно лити кислоту у воду, але не навпаки і тонкою цівкою, з помішуванням, (щоб уникнути викиду). При цьому користуватися захисними окулярами і гумовими рукавичками;

- при приготуванні розчину лугу необхідно надягати гумовий фартух, гумові чоботи, гумові рукавички, а на очі надіти захисні окуляри;

- при завантаженні шматків лугу в бак слід завантажити луг, а потім зробити заливку води;

- перенесення скляних балонів - бутлів з кислотами слід проводити в спеціальних корзинах або ящиках, перекладених ватою, тирсою, соломною,

причому слід спочатку переконатися в справності ручок і днища кошика або ящика. Перенесення роботи вдвох;

- набір кислоти з ємності виробляти тільки спеціальної піпеткою, забезпеченою додатковою ємністю, що оберігає від можливих попадань в порожнину рота. Розлив кислот і лугів з бутлів необхідно проводити в захисному спецодязі за допомогою передавливання повітрям або перекидального пристосування;

- розчин азотнокислої ртуті небезпечний для організму. ГДК становить 0,005 мг/м³. Після закінчення аналізу необхідно ретельно вимити руки, якщо розчин пролито на підлогу, його треба негайно змити водою;

- при регенерації катіонитового фільтра не слід пробувати на смак відміту воду, а виробляти аналізи, оскільки вона містить шкідливі для організму речовини;

- обов'язково мити руки з милом перед їжею;

- пити воду необхідно тільки з встановлених питних точок;

- приймати їжу лише в спеціально відведених для цього місцях;

- при відборах проб котлової води пам'ятати, що при відкритті запірних вентилів можливі прориви сальникових ущільнень на вентилях, прокладках і т.п.;

- для відбору проби через холодильник необхідно спочатку відкрити вентиля подачі води на охолодження, а потім - вентиль котельної води;

- відкриття вентилів виробляти повільно і плавно, без ривків;

- відбір проби робити тільки в рукавицях і захисних герметичних окулярах, стоячи збоку;

- забороняється проводити відкриття вентилів за допомогою додаткових зусиль з використанням важелів, рукояток і т.п.;

- при попаданні великої кількості кислоти на тіло необхідно змити кислоту сильним струменем холодної води, а потім нейтралізувати слабким розчином кальцинованої соди (Na₂CO₃). При промиванні очей застосовувати 2 % розчин питної соди;

- при попаданні розчину лугу на тіло необхідно тут же промити

уражене місце великою кількістю холодної води, а потім нейтралізувати слабким розчином оцтової кислоти;

- при пуску насосів перевірити, щоб засувка на всасі була відкрита, а на нагнітанні закрита. Відкривати засувку на нагнітанні необхідно плавно і поступово;

- забороняється під час роботи обладнання виробляти будь-який ремонт, витирати обладнання;

- забороняється заковувати рукава і штани, щоб уникнути термічних і хімічних опіків.

4.2.4 Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після закінчення роботи необхідно:

- виконати спільно з приймаючою зміною аналізи;
- прибрати робоче місце. Записати про всі несправності в журнал дефектів;
- здати зміну під розпис;
- вимити руки і обличчя теплою водою з милом або прийняти душ.

4.2.5 Дії персоналу при аварійних ситуаціях і зміни технологічного режиму

Важливою умовою безаварійної роботи є збереження спокою при змінах режиму або неполадки, що виникли в процесі ведення технологічного процесу, недопущення суєти, розгубленості, втручання в роботу сторонніх осіб. Також персоналу необхідно дотримуватись наступних вимог:

- необхідно пам'ятати, що помилки, допущені оперативним персоналом під час усунення неполадок, часто призводять до більш тяжких наслідків;

- при аварійних ситуаціях необхідно негайно припинити виконувану роботу і приступити до ліквідації аварії з дотриманням всіх заходів безпеки;

- при всіх нещасних випадках необхідно надати першу долікарську допомогу потерпілому і викликати швидку допомогу за телефоном 103.

4.3 Заходи щодо усунення небезпечних та шкідливих факторів

Для усунення шкідливих і небезпек передбачаються дві групи заходів:

До першої групи належать інженерні заходи. А саме:

- склади кремнефтористого натрію ізолюються від інших приміщень;
- склади мають захисну зону не менше 1000 м від житлових, громадських і виробничих будівель;
- в приміщенні складів передбачена постійно діюча приточно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням;
- для обмеження шуму застосовуються звукоізоляційні кабінки в цеху, використовується акустична штукатурка, ковпачки для насосів і інші звукоізоляційні матеріали.

До другої групи належать організаційні заходи:

- при надходженні на роботу проводиться інструктаж з техніки безпеки;
- повторний інструктаж проводиться щокварталу;
- перевірка знань правил техніки безпеки проводиться не рідше одного разу на рік;
- проводиться перевірка технічного стану обладнання і споруд за графіком;
- проводиться щоденний контроль дотримання норм санітарії;
- систематично проводяться навчання з ліквідації аварій в навчальному порядку.

Роботи, пов'язані зі спуском персоналу в колодязі, камери, ємнісні споруди відносяться до розряду газонебезпечних, тому на їх виконання оформляють наряд - допуск із зазначенням можливих небезпек і заходів захисту. До робіт, пов'язаних зі спуском в колодязі, допускаються бригади, що

складаються не менше ніж з трьох чоловік, а при спуску в камери - не менше ніж з чотирьох осіб. Кришки колодязів і камер відкривають спеціальними ключами довжиною не менше 80 - 90 см. Перед спуском в спорудження слід перевірити:

- наявність газів за допомогою лампи ЛБВК і при необхідності видалити їх провітрюванням або вентиляцією;

- цілісність і міцність скоб за допомогою довгої жердини.

4.4 Електрообладнання

Проектом передбачається підключення до електропідстанції всіх проєктованих споруд станції.

Електроживлення кожного з опорних РП-6кВ, розташованих на майданчику станції, виконується за першою категорією надійності двома кабельними лініями 6 кВ від різних осередків ЗРП 6 кВ підстанції.

Клас обладнання по ПУЕ - III, тобто відсутні умови, що створюють підвищену або особливу небезпеку.

Для проєктованої ПЛ-35 кВ прийнятий провід АС -150/24. Кабельні лінії ААШв - 6 - 3 діаметр 150 від проєктованої підстанції 35/6 кВ і РУ-6 кВ і ТП - 6 / 0,4 кВ проєктованих споруд прокладаються в землі в траншеях під цеглою на глибині 0,7 м.

Типи електродвигунів насосних агрегатів, технологічного обладнання та допоміжних механізмів прийняті відповідно до заводської комплектацією. Електродвигуни основних насосних агрегатів - синхронні типу СД - 13 - 34- 8 потужністю 400 кВт на номінальну напругу 1 кВ. електродвигуни допоміжного обладнання асинхронні на номінальну напругу 0,4 кВ А02-31-2 потужністю 3 кВт і А02-51-4 потужністю 7,5 кВт.

Проектом передбачено обов'язкове пристрій захисного заземлення корпусів електродвигунів і шаф обладнання з метою запобігання ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом.

4.5 Розрахунок захисного заземлення

Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом проектом передбачається захисне заземлення електродвигунів насосних агрегатів.

Розрахунок заземлюючого пристрою проводиться методом коефіцієнтів використання електродів. Застосовано виносне заземлення. Оскільки основне обладнання розраховане на напругу до 1000 В згідно ПУЕ опір має бути не менше 4 Ом. В якості вихідних даних прийняті:

- питомий опір ґрунту (утрамбований суглинок): $\rho = 0,5 \times 10^4$ Ом \times см;
- природних заземлювачів немає;
- необхідний опір штучного заземлювача не більше 4 Ом;
- в якості заземлювачів застосовується ряд сталевих стрижнів діаметром 10 мм і довжиною 2 м, з'єднаних сталевий смугою перетином 40×4 мм. З'єднання виконується зварюванням.

Розраховується опір розтікання струму прийнятого стрижневого електрода, Ом

$$R_c = \frac{\rho}{2\pi \times l} \left(\ln \frac{2l}{d} + 0,5 \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right), \quad (4.1)$$

де t - відстань від поверхні землі до середини електрода, см;

l - довжина стрижневого електрода, см;

d - діаметр стрижневого електрода, см.

$$R_c = \frac{0,5 \times 10^4}{2 \times 3,14 \times 200} \left(\ln \frac{2 \times 200}{1} + 0,5 \ln \frac{4(100+30)+200}{4(100+30)-200} \right) = 24,9.$$

Визначається необхідна кількість заземлювачів, шт.

$$n = \frac{R_C \times K_C}{R_3 \times n_{тр}}, \quad (4.2)$$

де K_C - коефіцієнт сезонності, який приймає 1-1,75;

R_3 - розрахункова величина опору заземлення 4 Ом;

$n_{тр}$ - коефіцієнт використання, який дорівнює 0,6.

$$n = \frac{24,9 \times 1,5}{4 \times 0,6} = 15,56.$$

Тоді довжина сполучної смуги, м

$$L_{п} = 1,05 \times a \times n, \quad (4.3)$$

де a - відстань між стрижнями, рівне 400 см.

$$L_{п} = 1,05 \times 400 \times 15,56 = 6536,25 \text{ см} = 65,36.$$

Обчислюється опір розтікання струму для смугових заземлювачів, Ом

$$R_n = \frac{\rho}{2\pi \times L_n} \ln \frac{2 \times L_n^2}{B \times t}, \quad (4.4)$$

де t - глибина закладення смуг, що дорівнює 30 см;

B - ширина смуги, рівна 4 см.

$$R_n = \frac{0,5 \times 10^4}{2 \times 3,14 \times 6536} \ln \frac{2 \times 6536,25^2}{4 \times 30} = 5,537.$$

Визначаються результуючий опір смугового і стрижневого заземлювачів, Ом

$$R_{\Gamma} = \frac{R_{TP} \times R_{\Pi}}{R_{TP} + R_{\Pi}}, \quad (4.5)$$

де R_{TP} - опір розтіканню з прийнятого числа заземлювачів

$$R_{\Gamma} = \frac{4 \times 5,53}{4 + 5,53} = 2,32.$$

Таким чином, згідно з розрахунком результуючий опір заземлюючого пристрою менше 4 Ом, що задовольняє вимогам ПУЕ. Отже, розрахований контур забезпечить захист персоналу від ураження електричним струмом.

4.6 Природне і штучне освітлення

Освітленість приміщень прийнята не менше 75 лк при постійному спостереженні за ходом виробничого процесу. Розряд зорової роботи при природному освітленні - VIII (контроль за ходом освітлення води постійний з періодичним перебуванням людей в приміщенні), а при штучному - IV.

Природне освітлення створюється через віконні і інші заклені прорізи. Коефіцієнт природної освітленості приміщення станції - 0,3 %; на складах - 0,2 %. У темний час доби застосовується електроосвітлення. Для цього прийняті світильники «Універсал» люмінісцентні ВОД-2-40 і ВОД -3-80. В основних виробничих приміщеннях, крім робочого освітлення, передбачено також аварійне від незалежних джерел електропостачання, а також переносне освітлення напругою 36 В і 12 В через знижувальні трансформатори. Проводка виконана:

- у всіх виробничих приміщеннях кабелем ВВГ відкрито з кріпленням скобами;

- в адміністративно-побутових приміщеннях проводом АППВ приховано під штукатуркою.

Для занулення освітлювальної арматури використовується робочий нульовий провід. Напруга мережі зовнішнього освітлення 380/220 В; освітленість 2 Лк; встановлена потужність 21 кВт. Мережа зовнішнього освітлення виконується неізолюваних алюмінієвим дротом перетину 50, 35 і 25 мм² на залізобетонних опорах світильників типу СПОР з лед лампами ЛРЛ-250.

Харчування і керування зовнішнім освітленням передбачено зі щитка 0,4 кВ насосної станції другого підйому кабелем ВВГ - 660 перерізом 3 × 50 - 1 × 25 мм².

4.7 Вентиляція

Вентиляція проектується припливно - витяжна механічна. У виробничій частині - загально обмінна і місцева витяжна.

У приміщенні складів і дозаторів прийнята постійно діюча приточно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням. Витяжка передбачається з двох зон приміщення: на висоті 200 мм від підлоги і 500 мм від стелі витяжною установкою, яка обладнана відцентровим вентилятором ЕРЗ №3 (Q = 20000 м³/год; H = 65 мм вод.ст.) з електродвигуном АО-51 -4 потужністю 7,5 кВт, розташованим у вентиляційній камері. Викид повітря прийнятий на висоті 1 м від коника даху.

Відповідно до ДСТУ 33.6.042-99 найбільш сприятлива температура робочого середовища для організму людини дорівнює 20 °С, при відносній вологості 60 % і швидкості руху повітря 0,2 м/с.

Норми метеоумов для адміністративних приміщень (з постійним перебуванням співробітників) - температура повітря – (21...25)/(22...28) °С, вологість 75/55 %, Vвоздуха = 0,1/0,2 м/с.

4.8 Побутові і допоміжні приміщення

Відповідно до санітарних норм проектування промислових підприємств дані виробничі процеси належить до другої групи - процеси зі значними виділеннями вологи.

Всі побутові приміщення, якими робочі користуються в неробочий час - гардеробні, душові, кімната особистої гігієни, кімната для прийому їжі - розташовані на першому поверсі.

Гардеробні блоки для зберігання робочого одягу обладнані замикаються шафами з відділеннями глибиною 50 см, висотою 165 см і шириною 32 см.

З розрахунку на 7 робочих передбачені умивальники і душові, розташовані в приміщенні, суміжному з вбиральні. Пол в цьому приміщенні водонепроникний з ухилом до стічних лотку. Стіни покриті кахельною плиткою.

4.9 Засоби індивідуального захисту

В системі заходів щодо попередження нещасних випадків, захворювань і забезпечення необхідним санітарно-гігієнічних умов важливе місце належить засобам індивідуального захисту. До таких засобів відносяться спецодяг, прилади, пристрої і пристосування, якими користуються робітники:

1. Для захисту органів дихання:

- протигаз ПШ-1 при вмісті кисню в повітрі менше 18% або при наявності в повітрі шкідливих газів та парів, пилу;
- протигази марок В і БКФ при наявності в атмосфері хлорвмісних речовин в невеликих кількостях;
- протигаз КЧП при будь-яких концентраціях отруйних речовин;
- респіратор універсальний фільтруючий РУ-60М від впливу шкідливих газів і аерозолів.

2. Для захисту очей - окуляри захисні ЗП 2-84.

3. Для захисту голови - каска шахтарська пластмасова від механічних пошкоджень.

4. Для захисту органів слуху - навушники протишумні марки ВЦННІОТ- 4а (при рівні шуму до 110 дБ).

5. Для захисту від електроструму - ізолюючі підставки, діелектричні килимки, боти, калоші, рукавички.

4.10 Пожежна безпека

4.10.1 На території районів, ділянок, цехів і служб забороняється:

- закривати і захаращувати дороги, проїзди і проходи до виробничих приміщень, водопроводів і засобів для гасіння пожежі;
- допускати до виробництва електро- і газозварювальних робіт осіб, які не пройшли протипожежний мінімум;
- вимикати окремі ділянки водопровідної мережі, внутрішні пожежні крани, знижувати встановлений тиск води в мережах;
- користуватися водою з пожежних водойм, гідрантів, а також первинними засобами пожежогасіння не за прямим призначенням;
- використовувати горищні приміщення для зберігання горючих матеріалів;
- курити і використовувати відкритий вогонь в пожежонебезпечних місцях;
- спалювати сміття, папір, стружку, траву та інші спалимі матеріали (дозволяється тільки в спеціальних місцях);
- застосовувати відкритий вогонь при ремонті і огляді обладнання, комунікацій.

4.10.2 Профілактичні протипожежні заходи

За ступенем вогнестійкості всі споруди відносяться до другого ступеня. За пожежною небезпекою приміщення належить до категорії Д.

Справжнім проектом передбачено дві групи профілактичних протипожежних заходів - інженерні та організаційні.

Інженерні заходи наступні: передбачена можливість безпечної евакуації людей, що знаходяться в будівлі, через евакуаційні виходи. Кількість еваковиходов дорівнює двом, причому розташовані вони розосереджено. Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу. Для негайного виявлення виниклої пожежі та подачі сигналу тривоги монтується станція пожежної сигналізації ТОЛ 10/100. Як датчики виявлення пожежі прийнятий річний кнопковий пожежний сповіщувач ПКІЛ-9 і автоматичний тепловий легкоплавкий сповіщувач ДТЛ.

До організаційних заходів належать такі. Відповідальність за протипожежний стан об'єкта, ділянки покладається на начальника відповідного підрозділу. Кожен робітник несе відповідальність за протипожежний стан свого робочого місця. Адміністрація заздалегідь розробляє план евакуації персоналу на випадок виникнення пожежі та вивішує його на видному місці. На станції створюється і оформляється наказом добровільна пожежна дружина. У разі виникнення пожежі необхідно негайно повідомити про це в пожежну охорону і вжити всіх можливих заходів до його ліквідації.

4.10.3 Засоби пожежогасіння

На проектованій станції передбачається запас води для цілей пожежогасіння. У разі виникнення пожежі знижується подача води на господарсько-питні потреби до 50 % на виробничі - до 70 % і подача води здійснюється з аварійного графіком.

На майданчику станції запроектований господарсько-протипожежний водопровід діаметром 150 мм з установкою пожежних гідрантів на відстані 80 м один від одного. У виробничих приміщеннях передбачена установка пожежних гідрантів.

У кожному приміщенні, де є небезпека виникнення пожежі, передбачена установка пожежних щитів з первинними засобами пожежогасіння: азбестові кошки, пісок, інструмент (гаки, лопати, відра), вогнегасники.

Вогнегасники повинні бути різними:

- ОУ-2, ОУ-5 - для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою до 1000 В (2 шт.);

- ОП-5, ОП-10 - порошкові для гасіння твердих горючих речовин, легкозаймистих рідин і електроустановок, що знаходяться під напругою 400 В.

4.11 Блискавкозахист

Блискавковловлюючі сітка виконана із сталевого дроту діаметром 6 8 мм і покладена на покрівлю безпосередньо. Сітка має осередки площею 150 м² розмірами 12 × 12 м. Вузли сітки з'єднані зварюванням.

Струмовідводи, що з'єднують сітку з заземлювачами, прокладені через кожні 25 м по периметру будівлі.

Як грозозахисного троса для ВЛ-35 кВ прийнятий багатодротяний канат С-35, що підвішується по всій довжині лінії.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

5.1 Техніко економічне обґрунтування проекту газогенераторної котельної

Характеристика об'єкта теплопостачання показана в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Характеристика об'єкта теплопостачання

Найменування	Показник
Площа, м ² :	525
Об'єм, м ³ :	2362,5
Розрахункова зовнішня температура повітря, °С	-21
Тривалість опалювального сезону, доба	166
Розрахункова внутрішня температура приміщень, °С	+20
Ціни на енергоносії для цієї категорії споживачів станом на 1 травня 2019 р, грн	
- 1 тис. м ³ природного газу	7536,16
- 1 м ³ води (без ПДВ)	10,5+5,36
- 1 кВт	1,68

Варіанти джерела теплопостачання.

Перший варіант (діючий наразі) – місцева котельня на дровах.

Другий варіант (пропонований) - автономне, з використанням модульної котельні на базі газогенераторних котлів «УПГ-150» та використання сонячної електростанції 125 кВт. Всього встановлено 2 котли потужністю по 1,5 МВт кожен при ККД 90 %. Котли працюють на багатьох видах твердого палива, але за основне паливо розглядаються пелети,

виробництво яких можливо налагодити на приватному підприємстві ПП «Росток», яке знаходиться поряд з проектуємою котельною. Потужність існуючої системи 2969 кВт.

В паливній системі передбачається встановлення 2 котли потужністю по 1,5 МВт кожен в комплексі з автоматикою.

Автоматика забезпечує:

- подачу газу на пальники;
- регулювання заданої температури за котлом.

Відключення газу на модуль відбувається при:

- загасанні полум'я пальника;
- зниженні тяги в димоході;
- підвищенні температури за модулем до аварії;
- відключенні електроживлення модуля.

Порівняльні капітальні витрати на устаткування, монтаж і налагодження систем опалення за двома варіантами зведені в таблицю 5.2.

Техніко-економічні показники проекту зведені в таблицю 5.3.

Таблиця 5.2 - Порівняльні капітальні витрати

Найменування показника	Вартість, грн	
	одиниці	загальна
1	2	3
Монтаж котельної	-	148200
Газогенераторний котел УПГ – 150	350546	701090
Пелетний пристрій	420000	420000
Монтаж системи теплопостачання	-	23000
Газосигналізатор з електромагнітним клапаном	1985	1985
Випробування і налагодження системи опалення	-	23000

Продовження таблиці 5.2

1	2	3
Випробування і налагодження автоматики	-	10000
Сонячна електростанція, 125 кВт	-	2502100
Всього		3829375

Таблиця 5.3 - Техніко-економічні показники

Найменування показника	Існуючий варіант	Альтернативний варіант
1	2	3
Розрахункова продуктивність котельні (з урахуванням власних потреб котельні і теплових втрат в ній), кВт	-	4426
Встановлена продуктивність котельні, кВт	-	4480
Річне вироблення тепла, ГДж/рік	-	27774,8
Річний відпуск тепла споживачам, ГДж/рік	26900,13	26900,13
Річне число годин використання встановленої продуктивності, год	4336	4336
Річна витрата палива: натурального, тис. н.м ³ /рік	360	273,86
умовного, тис. Т.У.П./рік		379,89
Річне виробництво СЕС, ГДж/рік	-	411,3
Річне споживання електроенергії, тис. кВт·год	-	90,32
Річна витрата води, м ³	-	11525
Чисельність персоналу, чол.	-	3

Продовження таблиці 5.3

1	2	3
Загальна кошторисна вартість реконструкції котельної, грн.	102,3	828,725

Показники наведені в таблицях 5.2 та 5.3 визначають витрати за варіантами джерела тепла:

- капітальні витрати на створення системи теплопостачання:

проектована система автономного теплопостачання – 3829375 грн;

- експлуатаційні витрати систем теплопостачання:

1) на твердопаливній котельні плата за централізоване теплопостачання = 2546990 грн;

2) газогенераторна котельня – 59500 грн;

3) пелети: $294300 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot 1,279 = 311282 \text{ грн};$

4) вода: $11525 \text{ м}^3 \cdot (5,45 + 3,80) + 0,2 \cdot 1525 \cdot (5,45 + 3,80) = 36932 \text{ грн};$

5) електроенергія: $70320 \cdot 1,68 = 118137 \text{ грн}.$

Всього річна економія від впровадження заходів з енергозбереження складатиме, грн

$$E_p = Z_1 - Z_2 = 2546990 - 525851 = 2021139, \quad (5.1)$$

де Z_1 – витрати на оплату тепла при централізованому теплопостачанні, грн.;

Z_2 – витрати на оплату тепла при автономному децентралізованому теплопостачанні, грн.

Термін окупності визначаємо за формулою, рік

$$T_{ок} = K/E_p = 3829375 / 202139 = 1,89. \quad (5.2)$$

5.2 Розрахунок економічних показників ССТ (для сонячного колектора $A = 500 \text{ м}^2$):

- річна ступінь заміщення палива

$$f^{\text{річ}} = \frac{\sum_{i=1}^{12} f^i Q_{\text{H}}^i}{\sum_{i=1}^{12} Q_{\text{H}}^i} = 0,041; \quad (5.3)$$

- річна економія палива, т.у.п., отримана за рахунок використання сонячної енергії, т

$$B = f^{\text{год}} Q_{\text{H}}^{\text{год}} / (Q_{\text{T}} \eta_{\text{T.Г.}}) = \frac{0,041 \cdot 411,3}{(29,3 \cdot 0,9)} = 0,653$$

де $Q_{\text{T}} = 29,3 \text{ ГДж/т}$ – теплота згоряння 1 т умовного палива;

$\eta_{\text{T.Г.}} = \text{ККД теплогенеруючої установки, прийнятий } 0,9.$

Розрахунок вартості 1 ГДж теплової енергії від теплогенеруючої установки, яка працює на дровах:

- вартість 1 ГДж теплоти дров, грн/ГДж

$$Z_{\text{T}} = \frac{0,653}{0,0389} = 16,78; \quad (5.5)$$

- в

артість 1 ГДж теплоти, що виробляється котлом, грн/ГДж

$$C_{\text{T}} = \frac{Z_{\text{T}}}{\eta_{\text{T.Г.}}} = \frac{16,78}{0,9} = 18,65. \quad (5.6)$$

Річна економія від використання ССТ, грн

$$\mathcal{E}^{\text{год}} = C_T \cdot f^{\text{год}} \cdot Q_H^{\text{год}} = 18,65 \cdot 0,041 \cdot 411,3 = 314,5. \quad (5.7)$$

Термін окупності ССТ, років

$$\tau = C_{\text{г.с.}} \cdot \frac{A}{\mathcal{E}^{\text{год}}} = 3500 \cdot \frac{500}{427581,29} = 4,093, \quad (5.8)$$

де $C_{\text{г.с.}} = 3500 \text{ грн/м}^2$ - вартість вакуумованого колектора.

5.3 Економічна ефективність біогазової установки

Застосування технологій біогазового виробництва, обумовлене необхідністю опанування нових джерел енергії, навіть в умовах, коли традиційні палива займають домінуюче положення, потрібно інтеграція в промисловий об'єкт для зменшення собівартості продукції.

Економічна оцінка сільськогосподарської сировини для виробництва біогазу засвідчує, що існує необхідність диференціації її використання. За результатами досліджень Інституту сільськогосподарської техніки, доцільним є поділ усієї можливої кількості органічних відходів сільського господарства на три умовних рівні, що у дійсності складають теоретичний, доступний та економічно-вигідний потенціал розвитку технологій метаногенезу.

Розрахуємо економічну ефективність біогазової установки, до складу якої входить розроблений реактор-метантенк, для ферми великої рогатої худоби на 50 голів.

Вихід гною при стійловому утриманні складає $0,63 \text{ м}^3/\text{добу}$, вихідна вологість якого 86%, вміст сухої органічної речовини – 89 кг/добу . Добовий вихід біогазу складає $170,6 \text{ м}^3$. При енерговмісті біогазу на рівні 23 МДж/м^3 енергетичний потенціал відходів ферми можна оцінити в $87,5 \text{ кг}$ умовного палива на добу. Витрати електроенергії для власних потреб становлять

2 кВт·год/доб. Витрати теплоти для власних потреб: узимку ~ 74,5 МДж/доб, улітку - 31,5 МДж/доб. Тривалість теплого періоду приймають рівною 245 діб, холодного - 120 діб.

Капітальні вкладення (КВ) в біоенергетичну установку для обслуговування ферми на 50 голів ВРХ складають приблизно 2937187 грн. Річні експлуатаційні витрати – 75062 грн., складаються з амортизаційних відрахувань в розмірі 5 % від вартості біогазової установки, витрат на ремонтно-технічне обслуговування, заробітної плати в розмірі 4720 грн. в місяць для обслуговуючого персоналу, інших витрат в розмірі 10 % від суми перерахованих витрат.

Грошова виручка від реалізації продуктів переробки біомаси складається з виручки від продажу теплоти .

Загальна річна виручка при роботі біогазової установки на опалення складає 646320 грн.

Термін окупності біоенергетичної установки, рік

$$T_{ок} = 2937187 / (646320 - 75062) = 5,14. \quad (5.9)$$

Таким чином, при прийнятих даних біогазова енергетична установка є економічно ефективною.

5.4 Визначення економічних пріоритетів садового комплексу

Визначення середньої собівартості електричної енергії кВт/годин.

До уваги приймається інформація з загальних джерел- собівартість 1 кВт вітроенергії = 18,2 грн (потужність 10 кВт); собівартість 1 кВт сонячної енергії = 11,48 грн (потужність 125 кВт); собівартість 1 кВт енергії з відходів (газогенераторний пристрій) = 10,35 грн (потужність 300 кВт), грн/кВт

$$S_{сер} = \frac{S_B \times E_B + S_C \times E_C + S_G \times E_G}{\sum E_{річн}} = \frac{18,2 \times 10 + 11,48 \times 125 + 10,35 \times 300}{435} = 10,85$$

Собівартість 1 кВт енергії в різних енергетичних установках показано на рисунку 5.1.

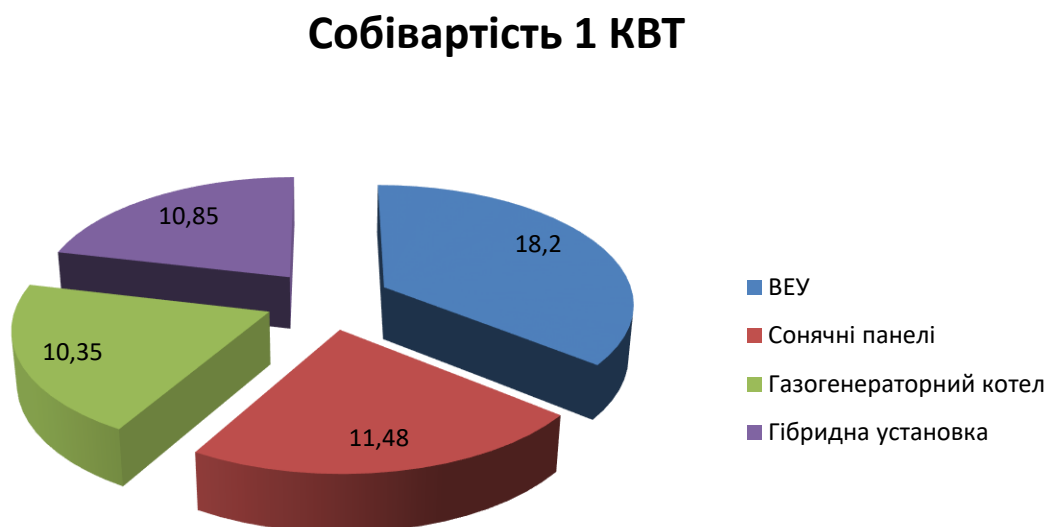


Рисунок 5.1 Собівартість 1 кВт енергії в різних енергетичних установках.

Відповідно до енергетичних зобов'язань кожний виробник енергії повинен 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 5.4.

Таблиця 5.4 – Техніко-економічна доцільність капіталовкладень по енергозберігаючим заходах.

№ п/п	Назва енергозберігаючого заходу	Капіталовкладення, грн	Експлуатаційні витрати, грн	Прибуток, грн	Строк окупності, років	Ступінь пріоритету
1	Віротурбіни	212000			0,083	2
2	Сонячний колектор	2502100		4047120*/1236211	1,017	1
3	Біогазова установка	2560000			0,99	3
4	Утеплення стін	64579			0,025	1
6	Твердопаливна котельня		2546990			

* - при наявності сертифіката за зелений тариф (5,5 грн/ кВт-годину).

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі описано і вивчено стан проблеми незалежного опалення садово-тваринницького комплексу «Малишівка» для розведення поголів'я тварин та вирощування фруктових дерев 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;
- зі зростанням робочого тиску забезпечення сировинним матеріалом зростає, виникає питання правильного збереження в еталонному стані;
- з підвищенням температури прискорюються процесу теплообміну та візуалізується питання автоматизації комплексу. Наявність датчиків КВП та А прискорює процеси кондиціювання комплексу по заданих параметрах;
- з підвищенням робочого тиску потреба контролю за мікрокліматом зростає та виникає питання індикації значення робочого тиску для регулювання мікрокліматом;
- при підвищенні температури виникає питання підвищення споживання електричної напруги для забезпечення потреб опалення;
- продуктивність тваринницько-садового комплексу залежить від кліматичних та атмосферних опадів, для забезпечення безпеки технологічного процесу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

- 1 Качелкин Л. И. Использование отходов лесозаготовок. Ленинград. Изд-во Лесная промышленность, 1965 – 231 с.
- 2 Ильин Б. А. Использование древесных отходов и низкосортной древесины за рубежом. Москва: Госэнергоиздат, 1961 - 324 с.
- 3 Лямин В. А. Энергохимическое использование древесных отходов лесозаготовительных предприятий. Ленинград. Труды ЛТА им. С. М. Кирова № 72, 1955 – 265 с.
- 4 Элькин Д. И. Газификация древесины — сырьевой источник для производства уксусной кислоты и других ценных продуктов. С - Петербург, Труды ЦНИЛХИ. Вып. 7, 1947 - 148 с.
- 5 Козлов В. Н., Высечкин В. С. Исследования процесса обугливания древесины различной влажности в вертикальной стационарной реторте. С - Петербург. Труды ЦНИЛХИ. Вып. 1, Гослестехиздат, 1938 – 176 с.
- 6 Лямин В. А. Организация комплексного производства экстракционной канифоли, скипидара и сосновой смолы. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1962, № 3 – 228 с.
- 7 Лямин В. А. Новое сырье для лесохимической промышленности из отходов лесозаготовок и деревообработки. Ленинград. Труды ЛТА им. С. М. Кирова, № 72, 1955 - 342 с.
- 8 Кацнельсон Б. Д., Корчунов Ю. Н. и др. Слоевые методы энергохимического использования топлива. М.: Госэнергоиздат, 1962 - 244 с.
- 9 Ашкинази К. М. Характеристика отходов производства лесозаготовительных предприятий. Ленинград. Труды ЛТА им. С. М. Кирова, № 72, 1955 – 278 с.
- 10 Канторов М. В. Газогенераторы и газогенераторные станции. М.: Metallurgizdat, 1958 - 289 с.
- 11 Лямин В. А. Энергохимическое использование древесных отходов. М.: Известия Вузов. 1972 – 329 с.

- 12 Лапицкая М. П., Зуева Л. И., Балаескул Н. М., Кулешова Л. В. Очистка сточных вод (Примеры расчетов). - Минск: Высшая школа, 1983 – 255 с.
- 13 Карасев Б. В. Насосы и насосные станции. - Минск: Высшая школа, 1979 – 288 с.
- 14 Воронов М. В. Водоснабжение промышленных предприятий. - М.: Стройиздат, 1982 – 185 с.
- 15 Ласков Ю. М., Воронов Ю. В., Калицун В. И. Примеры расчетов канализационных сооружений: Учебное пособие для ВУЗов. - М.: Высшая школа, 1981 - 232 с.
- 16 Сериков М. Ф., Красавцев Г. Н. Водное хозяйство заводов черной металлургии, 1973 - 407 с.
- 17 Андоньев С. М., Баландин В. С., Белокопъ С. М. и др. Очистка водного и воздушного бассейнов на предприятиях черной металлургии. - М.: Металлургия, 1975 – 245 с.
- 18 ДБН В 2.5-74-2013 Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. К.: Мінрегіон України, 2016.
- 19 СНиП 2-32-74. Канализация. Наружные сети и сооружения: Нормы проектирования. - М.: 1975.
- 20 Долин П. А. Справочник по технике безопасности, 6-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Энергоатомиздат, 1984 - 308 с.
- 21 Князевский Б. А. Охрана труда в электроустановках. - М.: Высшая школа, Изд. 3-е. 1983 - 336 с.
- 22 ДБН 2.5-28-2006. Естественное и искусственное освещение.
- 23 ДБН В 2.2-20-2008. Здания и сооружения.
- 24 ДБН В 2.5-67-2013. Температура та швидкість руху повітря.
- 25 ДБН В 2.5-56-2014. Системи протипожежного захисту.
- 26 Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий: М, Стройиздат, 1977 - 28 с.

27 Правила безопасности в агломерационном производстве, М.:
Металлургиздат, 1970 - 45 с.

28 Донченко М. Н. Методические указания к выполнению
экономической части дипломного проекта. - Запорожье: ЗИИ, 1983 - 20 с.

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

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

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

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

33 Шуб В. Б., Хвостак Л. Л., Пантелют Г. С., Муха В. И. Водоборотные
системы на металлургических предприятиях. Водоснабжение и санитарная
техника. – 1987 – №12 – 26 с.

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

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

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