

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОНИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

Кваліфікаційна робота
другий магістерський
(рівень вищої освіти)

на тему __ Аналіз ефективності використання альтернативної енергії
теплопостачання оздоровчого комплексу Маяк ПАТ «Мотор Січ» __

Виконав: студент __ 2 __ курсу, групи _TE-18мз_
спеціальності

__ 144 _ Теплоенергетика _____
(код і назва спеціальності)

освітньої програми __ 14 __ Електрична
інженерія _____
(код і назва освітньої програми)

спеціалізації
__ Теплоенергетика _____
(код і назва спеціалізації)

__ В.В.Кравцов _____
(ініціали та прізвище)

Керівник __ доц. к.т.н.О.М.Назаренко _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент __ Крутій І.В. _____
(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)

Кравцов Віталій Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Аналіз ефективності використання альтернативної енергії теплопостачання оздоровчого комплексу Маяк ПАТ «Мотор Січ»

керівник роботи Назаренко О.М., к.т.н., доц.

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

затверджені наказом ЗНУ від « » 20 року №

2 Строк подання студентом роботи 16.12.19

3 Вихідні дані до роботи Енергопотреба 35 кВт/годину, водоспоживання 1,5 м³/годину, площа комплексу 1420 м², кількість персоналу 14 осіб

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Загальна характеристика об'єкта дослідження; 2. Дослідження оптимальних умов створення мікроклімату оздоровчого комплексу; 3. Автоматизація технологічного процесу виробництва енергії; 4. Охорона праці та техногенна безпека; 5. Економічна доцільність комбінованих систем теплопостачання

АНОТАЦІЯ

Кравцов В.В. Аналіз ефективності використання альтернативної енергії теплопостачання оздоровчого комплексу Маяк ПАТ «Мотор-Січ».

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник О. М. Назаренко. Запорізький національний університет. Інженерний інститут. Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій, 2018.

Виконано аналіз теплофізичних властивостей огорожувальних конструкцій оздоровчого комплексу. Виявлено, що теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій значно впливають на роботу систем опалення, вентиляції і кондиціювання повітря, для зменшення втрат теплоти, потрібно збільшити ефективність теплового захисту огорожувальних конструкцій комплексу методом утеплення.

Досліджено можливість комбінування використання сонячної енергії на потреби ГВП та теплових насосів для підтримки позитивних температур цілий рік та вивчено технічні можливості зпалювання відходів аграрного виробництва. Проведено дослідження по визначенню параметрів паливних сумішей для зниження антропогенного навантаження на атмосферу. Досліджено види сонячних колекторів та види антифризу на санітарні умови.

Розроблено підхід до проектування теплотехнічних пристроїв на базі відходів локальної сировини, для забезпечення оптимального мікроклімату приміщень комплексу, заснований на розрахунках тепловологісного стану в експлуатаційних умовах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РІЧКА ДНІПРО, ТЕПЛОВТРАТИ, ТЕПЛОВОЛОГІСНИЙ РЕЖИМ, КОНВЕКЦІЯ, ТЕМПЕРАТУРА, ДЕРЕВНІ ВІДХОДИ, ЗОЛА, ТЕПЛОВІДДАЧА, ЕНЕРГООЩАДНІСТЬ.

SUMMARY

Kravtsov V.V. Analysis efficiency of alternative energy heating fitness complex Mayak JSC «Motor Sich» .

Qualifying final work for obtaining a master's degree in higher education by speciality 144 – Heat Power, scientific supervisor O. M. Nazarenko. Zaporizhzhya State Engineering Academy. Faculty of Energy, Electronics and Information Technologies, 2018.

The analysis of thermophysical properties of fencing constructions of the health complex is performed. It is revealed that the thermal characteristics of the enclosing structures greatly influence the operation of heating, ventilation and air conditioning systems, in order to reduce the heat loss. It is necessary to increase the efficiency of the thermal protection of the enclosing structures of the complex by the method of insulation.

The possibility of combining the use of solar energy with the needs of heat water and heat pumps to maintain positive temperatures throughout the year is explored and the technical possibilities of combustion of agricultural waste products have been studied. The research was conducted to determine the parameters of fuel mixtures for reducing anthropogenic load on the atmosphere. The types of solar collectors and types of antifreeze on sanitary conditions are investigated.

An approach to the design of heat engineering devices based on waste of local raw materials, to provide the optimal microclimate of the complex premises, is based on calculations of the thermal state in the operating conditions.

KEY WORDS: DNIPRO RIVER, THERMAL HEAT, THERMAL MODE, CONVECTION, TEMPERATURE, WOOD WASTE, GREEN, HEATER, ENERGY.

АННОТАЦІЯ

Кравцов В.В. Аналіз ефективності використання альтернативної енергії теплоснабження оздоровительного комплексу Маяк ПАО «Мотор Сич».

Квалификационная выпускная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 144 - Теплоэнергетика, научный руководитель А. М. Назаренко. Запорожский национальный университет. Инженерный институт. Факультет энергетики, электроники и информационных технологий, 2019.

Выполнен анализ теплофизических свойств ограждающих конструкций оздоровительного комплекса. Выявлено, что теплотехнические характеристики ограждающих конструкций значительно влияют на работу систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Для уменьшения потерь теплоты, необходимо увеличить эффективность тепловой защиты ограждающих конструкций комплекса методом утепления.

Исследована возможность комбинирования использования солнечной энергии на нужды ГВС и тепловых насосов для поддержания положительных температур круглогодично, изучены технические возможности сжигания отходов аграрного производства. Проведено исследование по определению параметров топливных смесей для снижения антропогенной нагрузки на атмосферу. Исследованы виды солнечных коллекторов и виды антифриза для обеспечения санитарных условий.

Разработан подход к проектированию теплотехнических устройств на базе отходов локального сырья, для обеспечения оптимального микроклимата помещений комплекса, основанный на расчетах тепловлажностного состояния в эксплуатационных условиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РЕКА ДНЕПР, ТЕПЛОПТЕРИ, ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ, КОНВЕКЦИЯ, ТЕМПЕРАТУРА, ДРЕВЕСНЫЕ ОТХОДЫ, ЗОЛА, ТЕПЛООТДАЧА, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.

ЗМІСТ

Вступ

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Основні положення про об'єкт дослідження.

1.2 Кліматичні характеристики району

1.3 Характеристики об'єкта дослідження

1.4 Необхідність переходу на альтернативні джерела
теплопостачання

1.5 Перелік основних джерел альтернативного теплопостачання

1.6 Актуальність переходу на альтернативні джерела енергії

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ

2.1 Розрахунок газогенераторної станції.

2.2 Виход шлаку

2.3 Приход тепла

2.4 Розрахунок складу газу на 100 кг бурого вугілля.

2.5 Розрахунок основних параметрів газогенератору.

2.6 Розрахунок станції по зворотному циклу.

2.7 Розрахунок вітроколеса.

2.8 Розрахунок сонячної електростанції

2.9 Розрахунок навантаження теплопостачання

2.10 Розрахунок довгострокових характеристик ССТ для січня

2.11 Розрахунок економічних параметрів ССТ

- 3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГІЇ
 - 3.1 Мониторинг та регулювання виробництвом електричної енергії фотовольтаїчними колекторами.
 - 3.2 Продукти в області моніторингу та контролю компанії
 - 3.3 Перспективи впровадження енергоефективності
 - 3.4 Інноваційне проектування ПАТ «Мотор-Січ»
 - 3.5 Рішення для вимірювання струму блискавки
- 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА
 - 4.1 Основні шкідливі і небезпечні виробничі фактори роботи газогенераторної установки
 - 4.2 Заходи щодо усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів
 - 4.3 Виробнича санітарія
 - 4.4 Електробезпека
 - 4.5 Пожежна безпека
 - 4.6 Оцінка зниження викидів в навколишнє середовище
- 5 ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
 - 5.1 Паливна ефективність комбінованих систем теплопостачання.
 - 5.2 Розрахунок витрати палива в двотрубній схемі з догрівом прямої мережної води на сонячному колекторі
 - 5.3 Витрата палива в схемі з однотрубної транзитної і двотрубною розподільною мережею

- 5.4 Витрата палива в однотрубній системі тепlopостачання від локальної ТЕЦ і покриттям теплових навантажень від газогенераторної станції
- 5.5 Витрата палива в схемі с газогенераторним пристроєм на опалення
- 5.6 Витрата палива в схемі с сонячним колектором на опалення.
- 5.7 Витрата палива в схемі з тепловим насосом на опалення будинку
- 5.8 Обмеження втілення біогазових технологій.
- 5.9 Економічна ефективність міні-ТЕЦ на базі утилізаційних ГТУ в складі комбінованих систем тепlopостачання

ВИСНОВКИ

Список використаних джерел

ВСТУП

Глобальне потепління, здорожчання тарифів та стабільність сонячного опромінення вимагають фермерів та власників підприємств замислюватися про перехід енергобалансу підприємств на зелену енергетику. В магістерській роботі розглядається застосування альтернативних джерел енергії для децентралізованого оздоровчого комплексу.

В теоретичній частині порівнюються теплотехнічні установки і підбирається найефективніший підхід для комплексу по обладнанню, автономне енергозабезпечення буде здійснюватися з використанням комбінованого комплексу вітер-сонце-пелети. В оздоровчому комплексі дизельна електростанція, сонячні панелі і акумулятори працюють одночасно, і це забезпечує безперебійну вироблення і подачу енергії 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 газогенераторна станція.

Актуальністю даної роботи є пошук альтернативного комбінованого опалення з урахуванням сонячного опромінення та відходів деревинного виробництва для досягнення сприятливого мікроклімату.

Мета і завдання досліджень. Розробка пропозицій, щодо створення варіанту автономного опалення комплексу Маяк.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідження поточних витрат на організацію оздоровчого 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 відпочиваючих та співробітників комплексу;

- запроектувати систему опалення, підібрати обладнання;

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

- 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 комбінована система опалення оздоровчого комплексу.

Предметом дослідження є забезпечення санітарних умов відпочиваючих 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.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Основні положення про об'єкт дослідження

Вільноандріївка - селище, Запорізька область, Україна. Код КОАТУУ - 2321584004. Населення за переписом 2001 року складало 839 чоловік .

Оздоровчий комплекс «Маяк» ПАТ «Мотор-Січ» знаходиться у мальовничому куточку Запорізької області.

На території оздоровчого комплексу в селі Вільноандріївка розташовані 7 дво-, триповерхових спальних корпусів з 2–3-місними комфортабельними номерами, у яких знаходяться меблі, телевізор, холодильник, є душ та санвузол.

В оздоровчому комплексі до послуг дорослих та дітей маса розваг: більярд, цікаві атракціони, ігрові автомати, тенісний корт, шахи, шашки, волейбольне, футбольне та баскетбольне поля, обладнаний спортивний майданчик, а також сауна, бібліотека.

Селище Вільноандріївка знаходиться на північносхідній околиці міста Запоріжжя біля витоків річки Вільнянка. Близько проходить (7 км) автомобільна дорога М-18 (Е 105).

Об'єктами соціальної сфери в даному селищі є школа № 111 та дитячий садок.

Зважаючи на екологічний та ландшафтний стани території селища, та прилеглої до нього, можна припустити, що воно є перспективним для збільшення, наприклад за рахунок будівництва на околицях не великого котеджного містечка.

1.2 Кліматичні характеристики району

Клімат селища Вільноандріївка є аналогічним клімату міста Запоріжжя. Клімат в місті Запоріжжя близький до помірно-холодного

- де T - середня тривалість дня на 15 число кожного місяця;
- t_v , - середня місячна температура повітря;
- V - середня місячна швидкість вітру;
- B - переважаючий напрямок вітру;
- C - середня кількість опадів;
- N - число днів з опадами, що перевищують 5 мм на добу;
- N - число днів з хуртовинами
- H_c - середня місячна висота снігового покриву.

1.3 Характеристики об'єкта дослідження

1.3.1 Об'єм споживання теплоносіїв

На сьогоднішній день котельня селища Вільноандріївка віддає на потреби на теплопостачання селища 2,662789 Гкал/год. Потреби на гаряче водопостачання, на сьогоднішній день, котельня не задовольняє.

1.3.2 Дійсна система теплопостачання селища

Системи теплопостачання великих житлових масивів, міст, селищ і промислових підприємств. Джерелами теплоти у них служать теплоенергоцентралі або великі котельні, що мають високі ККД, що транспортують і розподіляють теплоносій по теплових мережах протяжністю (10...15) км, з максимальним діаметром труб (1000...1400) мм, що забезпечує подачу споживачам теплоносія в необхідній кількості і з необхідними параметрами. Потужність ТЕЦ становить (1000...3000) МВт, котелень (100...500) МВт. Великі централізовані системи теплопостачання мають декілька джерел теплоти, поєднаних резервними тепломагістралями, що забезпечують маневреність і надійність їх функціонування. У централізовану систему теплопостачання входять і системи теплопостачання будівель, пов'язані з

нею єдиним гідравлічним і тепловим режимами і загальною системою управління. Однак, зважаючи на різноманіття технічних рішень теплопостачання будівель їх виділяють в самостійну технічну систему - систему опалення.

Централізовані системи теплопостачання бувають водяні і парові. Основна перевага води, як теплоносія, в значно меншій витраті енергії на транспортування одиниці теплоти у вигляді гарячої води, ніж у вигляді пари, що обумовлюється більшою щільністю води. Зниження витрати енергії дає можливість транспортувати воду на великі відстані без істотної втрати енергетичного потенціалу. У великих системах температура води знижується приблизно на 1°C на шляху в 1 км, тоді як тиск пари на тій же відстані знижується приблизно на $(0,1\dots0,15)$ МПа, що відповідає $(5\dots10)^{\circ}\text{C}$. Тому тиск пари у відборах турбіни у водяних систем нижче, ніж у парових, що призводить до зниження витрати палива на ТЕЦ. До інших переваг водяних систем відносяться можливість центрального регулювання подачі теплоти споживачам шляхом зміни температури теплоносія і простіша експлуатація системи.

До переваг пара слід віднести можливість задоволення і потреб в опаленні і технологічних навантажень, а також малий гідростатичний тиск. Враховуючи переваги і недоліки теплоносіїв, водяні системи використовують для теплопостачання житлових масивів, товариств, і комун, будівель, підприємств, що використовують гарячу воду, а парові - для промислових споживачів, яким необхідний водяний пар. Централізація теплопостачання міст становить $(70\dots80)\%$. У великих містах рівень використання ТЕЦ в якості джерел теплоти для житлово-комунального сектора досягає $(50\dots60)\%$.

У теплофікаційних системах пар високих параметрів (тиск 2,4 МПа, температура 565°C), що виробляється в котлах, подається в турбіни, де, проходячи через лопатки, віддає частину своєї енергії для отримання електроенергії. Основна частина пара проходить через відбори і надходить у

теплофікаційні теплообмінники, в яких він нагріває теплоносії системи теплопостачання. Отже, на ТЕЦ теплота високого потенціалу використовується для вироблення електроенергії, а теплота низького потенціалу - для теплопостачання. Комбіноване вироблення тепла й електроенергії забезпечує високу ефективність використання палива, дозволяє скоротити його витрати.

У більшості централізованих систем теплопостачання максимальна температура гарячої води приймається 150 °С. Температура пари в теплофікаційних відборах турбіни не перевищує 127 °С. Отже, при низьких температурах зовнішнього повітря в теплофікаційних теплообмінних апаратах підігріти воду до необхідного рівня неможливо. Для цього використовують пікові котли, які працюють тільки при низьких зовнішніх температурах, тобто знімають пікове навантаження. Через те, що навантаження на опалення змінюється зі зміною зовнішньої температури, змінюється і кількість пари, що відбирається з турбіни для теплопостачання. Невідпрацьована пара проходить через циліндри низького тиску турбіни, віддає свою енергію і надходить у конденсатор, де підтримується вакуум з тиском (0,004...0,006) МПа, якому відповідають низькі температури конденсації (30...35) °С, а охолоджуюча вода має ще нижчу температуру, та не може використовуватися для теплопостачання. Отже, для теплопостачання використовується тільки частина пари, що проходить через відбори турбіни, що знижує економічний ефект теплофікації. Однак, витрата палива на вироблення електроенергії та теплоти для теплопостачання в середньому за рік скорочується більш ніж на третину. Економічний ефект дає і використання в якості джерел теплоти великих районних котельних установок (теплових станцій), що мають високий ККД.

Теплоносії від джерел теплоти транспортується і розподіляється між споживачами по розвиненим тепловим мережам. В результаті теплові мережі охоплюють всі міські території, а їх спорудження викликає найбільші експлуатаційні труднощі. У процесі експлуатації вони піддаються корозії і

руйнуванням. Аварійні пошкодження призводять до відмов теплопостачання, соціальному та економічному збиткам. В результаті теплової мережі, будучи основним елементом великих систем теплопостачання, стають і найбільш слабкою складовою їх частиною, що знижує економічний ефект від централізації теплопостачання, що обмежує максимальну потужність систем. Залежно від способу приготування гарячої води централізовані системи теплопостачання поділяють на закриті та відкриті. У закритій системі вода, що циркулює в ній, використовується тільки як теплоносій. Вода нагрівається джерелом теплоти, несе свою ентальпію до споживачів і віддає її на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Вода для гарячого водопостачання береться з міського водопроводу і підігрівається в поверхневих теплообмінних апаратах циркулюючим теплоносієм до необхідної температури. Система замкнута по відношенню до атмосферного повітря. У відкритих системах гаряча вода, яку використовує споживач, відбирається з теплової мережі. Отже, гаряча вода в системі використовується не тільки як теплоносій, а й безпосередньо як рідина. Тому система теплопостачання є частково циркуляційною, а частково прямою. Вода гарячого водопостачання підігрівається джерелом теплоти, прямою рухається до споживачів і виливається через водорозбірні крани в атмосферу,

Для великих міст централізація теплопостачання - перспективний напрямок. Централізовані системи, особливо теплофікації, витрачають менше палива. Скорочення і укрупнення джерел теплоти покращують екологію великих міст. Менша кількість джерел теплоти дозволяє різко скоротити число димових труб, через які в навколишнє середовище викидаються продукти згорання. Виключається необхідність створення безлічі дрібних паливних складів для зберігання твердого палива, звідки при децентралізованих системах теплопостачання доводиться розвозити паливо. Крім того, при централізації джерел теплоти легше очищати димові гази від токсичних компонентів.

Сучасні централізовані системи теплопостачання є складним комплексом, що включає джерела тепла, теплові мережі з насосними станціями і тепловими пунктами і абонентські вводи, оснащені системами автоматичного управління. Для забезпечення надійного функціонування таких систем необхідна їх ієрархічна побудова, при якій всю систему розчленовують на ряд рівнів, кожен з яких має своє завдання, яке зменшується за значенням від верхнього рівня до нижнього.

Верхній ієрархічний рівень складають джерела тепла, наступний рівень - магістральні теплові мережі з РТП, нижній - розподільні мережі з абонентськими вводами споживачів. Джерела тепла подають в теплові мережі гарячу воду заданої температури і заданого тиску, забезпечують циркуляцію води в системі і підтримують у ній належні гідродинамічний і статичний тиск. Вони мають спеціальні водопідготовчі установки, де здійснюється хімічна очистка і деаерація води. По магістральних теплових мережах транспортуються основні потоки теплоносія у вузли теплоспоживання. У РТП теплоносій розподіляється по районах і в мережах районів підтримується автономний гідравлічний і тепловий режими. У магістральні теплові мережі окремих споживачів приєднувати не варто, щоб не порушувати ієрархічності побудови системи.

Для надійності теплопостачання необхідно резервувати основні елементи верхнього ієрархічного рівня. Джерела тепла повинні мати резервні агрегати, а магістральні теплові мережі повинні бути закільцьовані із забезпеченням необхідної для них пропускної здатності в аварійних ситуаціях. Розподільні теплові мережі, ТП і абонентські вводи забезпечують розподіл теплоносія по окремим споживачам і становлять нижчий ієрархічний рівень, який у більшості випадків не резервують. Ієрархічна побудова систем теплопостачання забезпечує їх керованість у процесі експлуатації.

Котельні систем централізованого теплопостачання діляться на районні, квартальні, групові та котельні підприємств. Перші призначені для

постачання теплотою всіх споживачів району житлової забудови або промислового вузла і входять до складу підприємств об'єднаних котелень і теплових мереж, другі і треті - для теплопостачання одного або декількох кварталів, групи житлових будинків або громадських будівель і проектується при незначній щільності теплових навантажень, входячи до складу підприємств об'єднаних котелень і теплових мереж. Котельні підприємства - це котельні, які є на промислових підприємствах і служать для теплопостачання цих підприємств, їх житлових фондів, а також інших промислових підприємств, передбачених схемою теплопостачання в порядку кооперування.

Залежно від характеру теплових навантажень районні котельні і котельні підприємств поділяються на:

- промислові, які використовуються для технологічного постачання паром або гарячою водою промислових підприємств;
- опалювальні, призначені для забезпечення опалення, вентиляції та гарячого водопостачання;
- промислово-опалювальні, які застосовуються для технологічного теплопостачання та постачання теплотою систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання промислових підприємств, житлових і громадських будівель.

Квартальні та групові котельні, як правило, опалювальні.

Котельні всіх типів класифікуються за такими ознаками:

- за типом використовуваних котлів (парові; водогрійні; пароводогрійні - з паровими і водогрійними котлами);
- за видом спалюваного палива (котельні, що працюють на газоподібному, рідкому або твердому паливі);
- за виглядом теплоносія і схеми відпустки теплоти (котельні, які виробляють пар з поверненням або без повернення конденсату; котельні, які відпускають теплоту гарячої води при закритій або відкритій системі

теплопостачання; котельні, які відпускають пар і теплоту гарячої води по перерахованих схемах в їх різних поєднаннях);

- за способом розміщення на генеральному плані (вбудовані, прибудовані, відокремлені)
- по технологічній структурі (блочні, неблочні);
- щодо компонування обладнання (закриті, напіввідкриті і відкриті);
- по режиму роботи (базові районні; пікові, які працюють спільно з ТЕЦ).

Системи теплопостачання поділяють на централізовані і децентралізовані. Для міст зазвичай до децентралізованих систем теплопостачання відносять системи мікрорайонів, кварталів або будівель з тепловою потужністю менше 58 МВт (50 Гкал/год), з тепловими мережами протяжністю (1...2) км з діаметрами труб до (300...400) мм; для селищ - системи, що не мають теплових мереж. Автономні теплоагрегати потужністю 20-40 кВт, що забезпечують опалення та гаряче водопостачання одного будинку або квартири, є по суті місцевими джерелами теплопостачання. Якщо теплоагрегат забезпечує тільки опалення будівлі, він відноситься до місцевого опалення. Тому системи теплопостачання можна розділити на централізовані системи теплопостачання, децентралізовані і місцеві, як різновид децентралізованих систем.

Децентралізовані системи теплопостачання, у яких джерелом теплоти служить квартальна котельня, мають теплові мережі і за принципом роботи в значній мірі схожі з централізованими системами. Централізовані системи мають значно розвинені теплові мережі, які оснащені тепловими пунктами, насосними станціями, автоматикою і системою управління, які закінчуються абонентськими вводами в будинки. Заміна дрібних опалювальних установок великими котельнями та ТЕЦ зменшує забруднення повітряного басейну. Разом з тим централізація систем теплопостачання з концентрацією в джерелах теплоти великих потужностей призводить до необхідності розвитку

теплових мереж, які виконуються з труб великих діаметрів (до 1400 мм), що викликає великі труднощі, ускладнює експлуатацію систем і збільшує шкоду при виникненні аварійних ситуацій.

З тепломагістралей в розподільчі мережі теплоносій подають через теплові пункти, в яких встановлюють підмішують насоси та автоматику, що забезпечує управління розподілом теплоносія при нормальних та аварійних гідравлічних режимах. Можливі системи теплопостачання, в яких мережа приєднується безпосередньо до магістралі, а теплові пункти зміщені до будівель з меншими тепловими навантаженнями, але і в цьому випадку повинна бути забезпечена керованість системи. Розподільчі мережі звичайно проектують тупиковими. Будівлі приєднують до розподільчих мереж, не допускаючи їх підключення до тепломагістралі.

Для подачі та розподілу теплоти споживачам в теплових мережах, особливо централізованих, застосовують автономні системи управління (АСУ), які забезпечують теплотехнічний контроль параметрів і режимів, управління подачею теплоти відповідно до потреб, управління експлуатаційними та аварійними режимами.

Найбільша кількість теплоти витрачається на опалення будівель. Навантаження на опалення змінюється зі зміною зовнішньої температури. Для підтримки відповідності подачі теплоти потребам у ньому застосовують централізоване якісне регулювання на джерелах теплоти. Крім централізованого регулювання застосовують місцеве автоматичне регулювання на теплових пунктах і у споживачів.

Витрата теплоти на гаряче водопостачання не пов'язано з зовнішньою температурою. Вона визначається режимом споживання гарячої води, який залежить від способу життя населення та режиму роботи підприємств. Для забезпечення необхідної споживачеві температури гарячої води в 50-60 °С температура теплоносія в подаючому теплопроводі повинна бути вище цього значення, а система приготування гарячої води обладнана автоматикою, що забезпечує підтримку температури необхідного рівня. Надійну і економічну

роботу системи забезпечує служба експлуатації, основними завданнями якої є безперебійне постачання споживачів теплотою, забезпечення безаварійної роботи, поліпшення техніко-економічних показників. Управління тепловими та гідравлічними режимами здійснюють за допомогою АСУ та диспетчерських пунктів, які входять в службу експлуатації. При службі є бригади та ремонтні цехи. Аварійні роботи виконує аварійно-відновлювальна служба.

1.4 Необхідність переходу на альтернативні джерела теплопостачання

Основні причини, що вказують на важливість якнайшвидшого переходу до АДЕ:

- глобально-екологічний- сьогодні загальновідомий і доведений факт згубного впливу на навколишнє середовище традиційних енергодобувних технологій (у т.ч. ядерних і термоядерних), їх застосування неминуче веде до катастрофічного зміни клімату вже в перших десятиліттях XXI столітті;
- політичний - та країна, яка першою в повній мірі освоїть альтернативну енергетику, здатна претендувати на світову першість і фактично диктувати ціни на паливні ресурси;
- економічний - перехід на альтернативні технології в енергетиці дозволить зберегти паливні ресурси країни для переробки в хімічній та інших галузях промисловості. Крім того, вартість енергії, виробленої багатьма альтернативними джерелами, вже сьогодні нижче вартості енергії з традиційних джерел, та і терміни окупності будівництва альтернативних електростанцій істотно коротше. Ціни на альтернативну енергію знижуються, на традиційну - постійно зростають;
- соціальний - чисельність і щільність населення постійно зростають. При цьому важко знайти райони будівництва АЕС, ГРЕС,

де виробництво енергії було б рентабельно і безпечно для навколишнього середовища. Загальновідомі факти зростання онкологічних і інших важких захворювань у районах розташування АЕС, великих ГРЕС, підприємств паливно-енергетичного комплексу, добре відомий шкоду, що наноситься гігантськими рівнинними ГЕС, - все це збільшує соціальну напруженість.

- еволюційно-історичний - у зв'язку з обмеженістю паливних ресурсів на Землі, а також експоненціальним наростанням катастрофічних змін в атмосфері та біосфері планети існуюча традиційна енергетика представляється тупиковою; для еволюційного розвитку суспільства необхідно негайно розпочати поступовий перехід на альтернативні джерела енергії.

1.5 Перелік основних джерел альтернативного теплопостачання.

1.5.1 Енергія сонця

Провідним екологічно чистим джерелом енергії є Сонце. В даний час використовується лише незначна частина сонячної енергії з-за того, що існуючі сонячні батареї мають порівняно низький коефіцієнт корисної дії і дуже дорогі у виробництві. Однак не слід відразу відмовляти від практично невичерпного джерела чистої енергії: за твердженнями фахівців, геліоенергетика могла б одна покрити всі мислимі потреби людства в енергії на тисячі років вперед. Можливо, також підвищити ККД геліоустановок в кілька разів, а розмістивши їх на дахах будинків і поряд з ними, ми забезпечимо обігрів житла, підігрів води і роботу побутових електроприладів навіть в помірних широтах, не кажучи вже про тропіках. Для потреб промисловості, що вимагають великих витрат енергії, можна використовувати кілометрові пустирі і пустелі, суцільно заставлені

потужними геліоустановками. Але перед геліоенергетики постає безліч труднощів зі спорудженням, розміщенням та експлуатацією геліоенергоустановок на тисячах квадратних кілометрів земної поверхні. Тому загальна питома вага геліоенергетики була і залишається досить скромним, принаймні, у доступному для огляду майбутньому. Протягом мільярдів років Сонце щомиті випромінює величезну енергію. Близько третини енергії сонячного випромінювання, що потрапляє на Землю, відображається нею і розсіюється в міжпланетному просторі. Багато сонячної енергії йде на нагрівання земної атмосфери, океанів і суші. В даний час в народному господарстві досить часто використовується сонячна енергія - геліотехнічні установки (різні типи сонячних теплиць, парників, опріснювачів, водонагрівачів, сушарок). Сонячні промені, зібрані у фокусі увігнутого дзеркала, плавлять самі тугоплавкі метали. Ведуться роботи по створенню сонячних електростанцій, з використання сонячної енергії для опалення будинків і т.д. Практичне застосування знаходять сонячні напівпровідникові батареї, що дозволяють безпосередньо перетворювати сонячну енергію в електричну. Сонячна енергія — енергія від Сонця в формі радіації та світла.

Потік сонячного випромінювання, що проходить через площу в 1 м^2 , розташовану перпендикулярно потоку випромінювання на відстані однієї астрономічної одиниці від центру Сонця (тобто зовні атмосфери) Землі, рівний 1367 Вт/м^2 (сонячна постійна).

Через поглинання атмосферою Землі, максимальний потік сонячного випромінювання на рівні моря — 1020 Вт/м^2 . Середньодобове значення потоку сонячного випромінювання як мінімум в три рази менше (через зміни дня і ночі і зміни кута сонця над горизонтом). Взимку в помірних широтах це значення в два рази менше. Ця кількість енергії з одиниці площі визначає можливість сонячної енергетики.

Для перетворення світлової енергії в електричну використовують фотоелемент.

Фотоелемент діє на основі внутрішнього фото ефекту. Фотон світла падаючий на негативно заряджений напівпровідник віддає енергію електрону, електрон що отримав енергію переходить у зону провідності, в якій він може вільно рухатися. Таким чином енергія фотону переходить у електричну енергію направлено руху електронів.

В сучасній техніці зазвичай використовуються фотоелементи на основі кристалічного кремнію, що представляють собою плівку кремнію, в якій домішками створено p-n перехід по всій площі плівки, на металевій підкладці, що відіграє одночасно роль електрода і світловідбивача. В якості іншого електрода використовують тонкі металеві стрічки або прозорі провідні матеріали.

Ефективність сонячних елементів (відношення виробленої електроенергії до енергії падаючого світла) досягає 42 % - цього вдається досягти за рахунок використання кількох шарів фотоелементів.

Однією з причин низької ефективності сонячних батарей є неповне використання спектру сонячного випромінювання – окрім того, що не всі падаючі фотони взаємодіють з електронами, не вся енергія фотона перетворюється у електричну через те що енергія фотона залежить від довжини хвилі, а проміжок між валентною зоною і зоною провідності сталий. Через це частина енергії перетворюється на теплову, що в свою чергу погіршує умови роботи сонячного елемента. Цьому запобігають використовуючи наночастинки напівпровідників, розміри яких підібрані таким чином, щоб дозволити збудження одним фотоном кількох електронів. Водночас вживання наночастинок значно підвищує ефективну товщину фотоелемента (за рахунок хаотичного відбивання світла від фрактальної структури матеріалу).

Іншими перспективними напрямками використання фотоелементів є створення фотоелементів, що працюють в інфрачервоному і ультрафіолетовому діапазонах. Фотоелементи що працюють в інфрачервоному діапазоні будуть здатні перетворювати теплове

випромінювання на електроенергію, а фотоелементи що працюють в ультрафіолетовому діапазоні можуть бути зробленими прозорими для видимого світла – якщо зробити вікна з таких елементів то вони затримуватимуть високоенергетичне шкідливе ультрафіолетове випромінювання.

Іще одним способом підвищення ефективності фотоелементів є створення у шарі елемента мікролінз, що концентрують сонячне випромінювання на окремих активних ділянках.

Іншим напрямком використання сонячної енергії є теплові сонячні станції, що концентрують сонячне випромінювання за допомогою параболічних дзеркал на котлі, який можна використовувати для побутових потреб або отримання електроенергії. Головною перевагою такого методу є менша вартість обладнання. Сонячні пічки використовуються в багатьох віддалених селищах, до яких не підведено електроенергію для приготування їжі.

1.5.2 Енергія вітру

Потенціал енергії вітру підрахований більш менш точно: за оцінкою Всесвітньої метеорологічної організації її запаси в світі становлять 170 трлн кВт · год на рік. Ветроенергоустановки розроблені і випробувані настільки ґрунтовно, що цілком прозаїчної виглядає картина і сьогоdnішнього невеликого вітряка, що постачає будинок енергією разом з фермою, і завтрашніх тисяч гігантських сотметрових башт з десятиметровим лопатями, вибудуваних ланцюгом там, де постійно дмуть сильні вітри, що вносять теж свій важливий "відсоток" у світовій енергобаланс.

У енергії вітру є кілька суттєвих недоліків, які ускладнюють її використання, але аж ніяк не применшують її головної переваги - екологічної чистоти. Вона сильно розсіяна в просторі, тому необхідні ветроенергоустановки, здатні постійно працювати з високим ККД. Вітер дуже

непередбачуваний - часто змінює напрямок, раптом затихає навіть в самих вітряних районах земної кулі, а іноді досягає такої сили, що ламає вітряки. Ветроенергостанції не нешкідливі: вони заважають польотам птахів і комах, шумлять, відображають радіохвилі обертовими лопатями. Але, як ми побачимо далі ці недоліки можна зменшити, а то й зовсім звести нанівець.

В даний час розроблені ветроенергоустановки, здатні ефективно працювати при самому слабкому вітрі. Крок лопаті гвинта автоматично регулюється таким чином, щоб постійно забезпечувалося максимально можливе використання енергії вітру, а при дуже великій швидкості вітру лопать настільки ж автоматично переводиться до флюгерне положення, так що аварія виключається.

Розроблено і діють так звані циклонні електростанції потужністю до ста тисяч кіловат, де тепле повітря, піднімаючись в спеціальній 15-метрової вежі і змішуючись з циркулюючим повітряним потоком, створює штучний "циклон", який обертає турбіну. Такі установки набагато ефективніше і сонячних батарей і звичайних вітряків.

Щоб компенсувати мінливість вітру, споруджують величезні "вітряні ферми". Вітряки при цьому стоять рядами на великому просторі, тому що їх не можна ставити занадто тісно - інакше вони будуть загороджувати один одного. Такі "ферми" є в США, у Франції, в Англії, але вони займають багато місця; в Данії "вітряну ферму" розмістили на прибережному мілководді Північного моря, де вона нікому не заважає, і вітер стійкіше, ніж на суші.

Позитивний приклад з використання енергії вітру показали Нідерланди і Швеція, яка прийняла рішення протягом 90-х років побудувати і розмістити в найбільш зручних місцях 54 тисяч високоефективних енергоустановок. У світі зараз працює більше 30 тисяч вітроустановок різної потужності. Німеччина отримує від вітру 10 % своєї електроенергії, а всій Західній Європі вітер дає 2500 МВт електроенергії. Відомо, що величина енергії, повітряного потоку пропорційна кубу швидкості вітру. Однак не вся енергія повітряного потоку може бути

використана навіть за допомогою ідеального пристрою. Теоретично, коефіцієнт корисного використання енергії, що міститься в повітряному потоці, може досягати значення до 59,3 %. Однак, на практиці, згідно з опублікованими даними, максимальний коефіцієнт корисного використання енергії вітру в реальному вітроагрегаті рівний приблизно 50 %. Більше того, і цей показник досягається не при всіх швидкостях вітру, а тільки при його оптимальній швидкості. Також потрібно врахувати, що частина енергії повітряного потоку губиться при перетворенні механічної енергії в електричну, яке здійснюється із ККД звичайно (75...95) %. Враховуючи всі ці фактори, питома електрична потужність, видавана реальним вітроенергетичним агрегатом, очевидно, становить (30...40) % потужності повітряного потоку. Однак іноді вітер має швидкість, що виходить за межі розрахункових швидкостей. Швидкість вітру буває настільки низкою, що вітроагрегат зовсім не може працювати, або настільки високою, що вітроагрегат необхідно зупинити й вжити заходів по його захисту від руйнування. Якщо швидкість вітру перевищує номінальну робочу швидкість, частину механічної енергії, що отримується, не використовується, для того щоб не перевищувати номінальної електричної потужності генератора. Враховуючи ці фактори, питомий виробіток електричної енергії протягом року, очевидно, становить (15...30) % енергії вітру, або навіть менше, залежно від місця розташування й параметрів вітроагрегата.

Основним елементом конструкції вітрогенератора є вітрове колесо. У цей час розроблене багато різних варіантів вітрових коліс, з різними конфігураціями лопатей.

Ці конструкції дво-, трилопатеві, багатолопатеві. Самі лопаті різняться по геометрії своєї поверхні.

Експериментальні дані показали, що вітроенергетична установка, розташована на майданчику, де середньорічна питома потужність повітряного потоку становить близько 500 Вт/м^2 (швидкість повітряного

поток при цьому рівна 7 м/с), може перетворити і електроенергію близько 175 Вт/м² із цих 500 Вт/м².

Прагнення освоїти виробництво вітроенергетичних машин привело до появи у світі безлічі таких агрегатів. Деякі з них досягають десятків метрів у висоту, і, як вважається, згодом вони могли би утворювати справжню електричну мережу.

На вежі висотою 30,5 м генератор у поворотному обтічному корпусі; на валу генератора укріплений установлений пропелер з двома алюмінієвими лопатами довжиною 19 м і вагою 900 кг. Уся установка починає працювати при швидкості вітру більшою за 13 км/год а максимально продуктивності (100 кВт) досягає при швидкості вітру 29 км/год. При цьому, максимальна швидкість обертання лопат пропелера становить близько 40 оборотів/хвилину. При створенні таких установок сама важка проблема полягає в тому, щоб при різній силі вітру забезпечити однакове число обертів пропелера. Адже при підключенні до мережі генератор повинен давати не просто якусь електричну енергію, а тільки змінний струм із заданою частотою, тобто зі стандартною частотою 60 Гц. Тому кут нахилу лопатей стосовно вітру регулюють за рахунок повороту їх навколо поздовжньої осі: при сильному вітрі цей кут гостріше, повітряний потік вільніше обтікає лопати й віддає їм меншу частину своєї енергії. Крім регулювання лопат увесь генератор автоматично повертається на щоглі проти вітру.

Недоліки вітрогенераторів. Один із самих серйозних недоліків – мала вироблювана потужності середніх і малих вітрових генераторів. Що стосується недоліків потужних вітрових генераторів і комплексів вітроелектростанцій можна сказати наступне. Загальновідомо, що водоймище ГЕС змінює клімат у прилягаючій місцевості, а теплові електростанції, викидаючи двоокис вуглецю, впливає на глобальний клімат. Але тепер з'явилися дані про те, що й великі вітроелектростанції, що полягають із сотень вітряків, можуть виявляти невелике, але реальний вплив

на клімат околиць. Висота сучасних вітродвигунів - до 100 метрів, розмах лопат - до 50 метрів, і проєктують ще більш великі установки. Комп'ютерне моделювання, проведене в університеті Дьюка (США), показало, що більші групи вітряків можуть побільшати швидкість вітру в землі в середньому на 0,6 м/с й підвищити температуру повітря на 0,7 °С. Випар вологи із ґрунту при цьому збільшиться навколо вітроелектростанції на 0,3 міліметра в добу. Усі ці дані усереднені на 24 години, а раннім ранком зміни будуть більше: швидкість вітру за кілька годин виросте на 15 %.

1.5.3 Геотермальна енергія

Геотермальна енергія (природне тепло Землі), акумульована в перших десятих кілометрах Земної кори, за оцінкою МРЕК-ХІ досягає 137 трлн т у.п., що в 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів палива разом узятих.

З усіх видів геотермальної енергії мають найкращі економічні показники гідрогеотермальні ресурси – термальні води, пароводяні суміші і природна пара.

Гідрогеотермальні ресурси, які використовуються на сьогодні практично, складають лише 1 % від загального теплового запасу надр. Досвід показав, що перспективними в цьому відношенні варто вважати райони, в яких зростання температури з глибиною відбувається досить інтенсивно, колекторські властивості гірських порід дозволяють одержувати з тріщин значні кількості нагрітої води чи пари, а склад мінеральної частини термальних вод не створює додаткових труднощів по боротьбі із солевідкладеннями і кородуванням устаткування.

Аналіз економічної доцільності широкого використання термальних вод показує, що їх варто застосовувати для опалення і гарячого водопостачання комунально-побутових, сільськогосподарських і промислових підприємств, для технологічних цілей, добування цінних хімічних компонентів і ін.

Гідрогеотермальні ресурси, придатні для одержання електроенергії, складають 4% від загальних прогнозних запасів, тому їхнє використання в майбутньому варто пов'язувати з теплопостачанням і теплофікацією місцевих об'єктів.

В Україні прогнозні експлуатаційні ресурси термальних вод за запасами тепла еквівалентні використанню близько 10 млн т у. п. на рік.

Кожна 3 – 4 свердловина в Полтавській та Івано-Франківській областях може бути джерелом геотермальної енергії.

Для масштабного використання цього підтипу геотермальних ресурсів немає необхідності в попередній підготовчій роботі, окремій геологічній розвідці, бурінні промислових свердловин, вкладенні значних грошових коштів.

Окремі об'єкти геотермальної енергії можна побудувати вже зараз, використовуючи для цього нафтогазові свердловини, на яких припинено видобуток вуглеводнів, але існує можливість видобувати гарячу воду. Доцільно також налагодити видобуток і використання вуглеводнів та термальних вод одночасно.

У цілому ж найбільш перспективними районами можливого використання геотермальної енергії в Україні є Закарпаття, Крим, Передкарпаття, Полтавська, Харківська, Донецька, Луганська, Херсонська, Запорізька області.

Мінімальна – технологічно прийнятна для виробництва електроенергії при існуючих технічних можливостях – температура гірських порід складає 150°C.

Існують 2 основних типи геотермальних ресурсів - гідротермальні (термальні води, пароводяні суміші і перегрітий пар) і петрогеотермальні (тепло сухих гірських порід з температурою понад 350 °C). Крім цього, до геотермальних ресурсів можна віднести і ресурси нагрітих підземних вод, які виводяться разом з газом і нафтою на діючих свердловинах вуглеводневих родовищ.

Більш детально розглянемо типи геотермальних ресурсів.

Для широкого розвитку геотермальної енергетики в Україні потрібне проведення першочергових наукових та технічних робіт за наступними напрямками:

- обґрунтування ресурсно-сировинної бази;
- складання кадастрів перспективних родовищ та переліку свердловин, які показували б наявність геотермальних ресурсів;
- постановка завдань з організації пошукових геологорозвідувальних робіт;
- обґрунтування доцільності створення промислових геотермальних електростанцій встановленою потужністю (10...100) МВт;
- розробка обґрунтувань, проектування і створення мережі геотермальних енергоустановок невеликої потужності (0,5...3,0) МВт, що працюють на основі експлуатації окремих високопродуктивних свердловин на малопотужних родовищах і з максимальною уніфікацією обладнання (створення блочно-модульних установок заводської поставки);
- обґрунтування можливості та доцільності створення систем і установок для комбінованого використання геотермального тепла (від 70 °С) і органічного палива, а також будівництва спеціальних ГеоТЕЦ на перспективних родовищах;
- обґрунтування створення систем геотермального теплопостачання великих населених пунктів у перспективних районах потужністю (10...100) МВт;
- залучення в паливно-енергетичний комплекс теплових геотермальних ресурсів, наявних на діючих нафтогазових родовищах, із застосуванням існуючого і вводиться фондів свердловин і діючого обладнання, а також створення мережі дрібних установок геотермального теплопостачання та гарячого водопостачання потужністю (1...5) МВт з

використанням окремих високопродуктивних свердловин, систем і установок за межами нафтових і газових родовищ;

- створення технологій і устаткування для залучення тепла сухих гірських порід, будівництво на їх основі систем геотермального теплопостачання.

Експлуатація геотермальних джерел може базуватися тільки на попередніх геологічних дослідженнях. Для визначення потенціалу місцевості постачати геотермальним теплом промислові та побутові підприємства необхідно проведення ризикованого попереднього пошуку. Ця особливість - одна з головних відмінностей геотермальної енергії від інших поновлюваних джерел.

Слід підкреслити також, що вирішальну роль у розширенні використання альтернативних джерел енергії, в т.ч. і геотермальних ресурсів, грає державна підтримка. Ефективні схеми стимулювання істотно впливають на темпи розвитку нетрадиційної енергетики, розширення ринку, створення конкурентного середовища в енергетиці та, як наслідок, на поліпшення технологій і зниження цін.

1.5.4 Енергія біомаси

Великі можливості у власному енергозабезпеченні сільськогосподарських підприємств і економії енергетичних ресурсів закладені у використуванні енергії відходів сільгоспвиробництва і рослинної біомаси. У сільськогосподарському виробництві джерел тепла можна прийняти як будь-які рослинні відходи, що непридатні для використання по прямому призначенню або не знайшли іншого господарського застосування.

За останній час використання біомаси в різних її формах (дерево, деревне вугілля, відходи сільськогосподарського виробництва і тварин) в світі в цілому знизилася. Проте, в країнах, що розвиваються, цей вид

енергоресурсів складає в середньому 20 %. При цьому у ряді країн Африки використання біомаси для енергетичних цілей рівно зразкова 60 % загального енергоспоживання, в азіатських держав – 40 %, в країнах Латинської Америки 0 до 30 % і у ряді країн Європи, Близького Сходу і Південної Африки до 10%.

У ряді країн використання деревного палива, деревного вугілля і сільськогосподарських відходів поставлене на комерційну основу. Слід зазначити, що в сільських районах колишнього радянського союзу частка використання деревного палива вельми значна і при переході на нові енергоносії можна чекати певного зростання самозаготовок.

Вказане особливо важливе в країнах з тропічним кліматом і в крупних містах, де проблема ліквідації і одночасно енергетичного використання відходів виконує особливо важливу роль. США, Данія і Швеція довели виробництво електроенергії але установках, що використовують біомасу відходів до 400 МВт.

Значний розвиток одержала переробка біомаси, заснована на процесах газифікації і отримання рідких палив. Починаючи з 1980 років щорічне виробництво етанолу досягло, наприклад в Бразилії, 10 млн л.

При переробці біомаси в етанол утворюються побічні продукти, перш за все - промивальні води і залишки перегонки. Останні є серйозним джерелом екологічного забруднення навколишнього середовища. Представляють інтерес технології, які дозволяють в процесі очищення цих відходів одержувати мінеральні речовини, що використовуються в хімічній промисловості, а також застосовувати їх для виробництва мінеральних добрив.

Отримання промислового біогазу рослинного і тваринного походження можливе за рахунок їх зброджування (метанового бродіння) з отриманням метану і незаражених органічних добрив. Теплотворна здатність 1 м³ біогазу, що складається з (50...80) % метану і (20...50) % вуглекислого газу, рівна (10...24) МДж і еквівалентна (0,7...0,8) кг умовного палива.

Проблеми утилізації твердих побутових відходів гостро стоять перед всіма країнами. Вихід сміття складає (250...700) кг на душу населення в рік, збільшуючись на (4...6) % в рік, випереджаючи приріст населення.

Рішення проблеми переробки сміття знайдене у використуванні технології твердофазного зброджування на облаштованих полігонах з отриманням біогазу. Ця технологія найдешевша, не оперує з токсичними викидами і стоками.

В даний час в світі діють десятки установок для отримання біогазу із сміття з використанням його в основному для виробництва електроенергії і тепло сумарно потужністю сотні МВт. Розв'язується питання повернення для використування під забудову земель після витягання газу.

Біогаз частково спалюється в топках казанів, що підігрівають технічну воду, частково подається в дизель-генератор. Перегнійна маса, що перебродила, використується як повноцінне органомінеральне добриво. Вихід біогазу складає 500 м³/добу.

Останніми роками активно розвивається технологія спалювання зношених автомобільних шин у зв'язку з лавиноподібним накопиченням.

Біогаз з високою ефективністю може трансформуватися в інші види енергії, при цьому коефіцієнт його корисного використування як паливо на газогенераторах може складати до 83 %. Виробництво біогазу в деяких зарубіжних країнах вже зайняло провідне положення в енергетичному балансі сільськогосподарського виробництва.

1.6 Актуальність переходу на альтернативні джерела енергії

Різке збільшення цін на паливо, труднощі з його одержаному, виснаження паливних ресурсів - всі ці видимі ознаки енергетичної кризи викликали останніми роками в багатьох країнах виник значний інтерес до нових джерел енергії.

Людство, в процесі свого розвитку зіткнулося з новою, дуже гострою проблемою, такою як виснаження природних запасів енергії, таких як нафта, газ, кам'яне вугілля. Тому у 21 столітті одна з головних задач науки – пошук альтернативних джерел енергії.

У другій половині 20 століття людство досягло деякого прогресу у цьому напрямі. Були висунуті теорії та ідеї щодо використання таких нетрадиційних видів енергії. Це енергія вітру, енергія світового океану, енергія сонця, гідроенергетика, геотермальна енергія, енергія біомаси, воднева енергія.

Запаси енергії вітру більш ніж в сто разів перевищують запаси гідроенергії всіх річок планети. За оцінками різних авторів, загальний вітроенергетичний потенціал Землі рівний 1200 ТВт.

Енергетичні джерела океану мають різні по потенціалу ресурси. Значні енергетичні можливості містять в собі: енергія хвиль і приливів; енергія хімічних зв'язків газів, живильних речовин, солей і інших мінералів; прихована енергія водню; енергія течій, спокійно і нескінченно рухомих в різних частинах океану.

Потенційні можливості енергетики, заснованої на використуванні безпосередньо сонячного випромінювання, надзвичайно великі. Використування всього лише 0,0125 % кількості енергії Сонця могло б забезпечити всі сьгоднішні потреби світової енергетики, а використування 0,5 % - повністю покрити потреби на перспективу.

Ці види енергії є досить перспективними, але витрати на їх будівництво високозатратні і в найближчій перспективі не може бути рекомендована для упровадження у великих об'ємах через високу питому вартість енергетичних установок, низький коефіцієнт використування встановленої потужності установок.

На відновлювальні (альтернативні) джерела енергії припадає всього близько 1 % світової вироблення електроенергії. Йдеться насамперед про геотермальних електростанціях (ГеоТЕС), які виробляють чималу частину

електроенергії в країнах Центральної Америки, на Філіппінах, в Ісландії; Ісландія також являє собою приклад країни, де термальні води широко використовуються для обігріву, опалення.

Припливні електростанції (ПЕС) поки є лише в декількох країнах — Франції, Великобританії, Канаді, Росії, Індії, Китаї. Сонячні електростанції (СЕС) працюють більш ніж в 30 країнах.

Останнім часом багато країн розширюють використання вітроенергетичних установок (ВЕУ). Найбільше їх у країнах Західної Європи (Данія, Німеччина, Великобританія, Нідерланди), в США, в Індії, Китаї. Данія отримує 25 % енергії з вітру. В якості палива в Бразилії та інших країнах все частіше використовують етиловий спирт.

Перспективи використання відновлюваних джерел енергії пов'язані з їх екологічною чистотою, низькою вартістю експлуатації і очікуваним паливним дефіцитом у традиційній енергетиці. Саме тому використання альтернативних джерел тепlopостачання на сьогоднішній день є все більш актуальним.

Історія газогенераторних станцій.

Інтерес до газифікації вугілля періодично зростає в зв'язку з економічними кризами. Тому сучасні процеси газифікації вугілля істотно відрізняються від рівня 50-60 рр. ХХ століття і по технологічним, і за екологічними показниками. І якщо тоді були відомі 3-5 основних способів газифікації з декількома варіантами для кожного, то в даний час рахунок йде на десятки. Однак можна сформулювати одну загальну закономірність. Найбільшою економічною ефективністю і гнучкістю володіють технологією газифікації з комбінованим виробництвом декількох продуктів. Тому сьогодні, поряд з уже усталеним терміном «когенерація», все частіше застосовується «тригенерація» і навіть «квадрогенерація». Це є відображенням сучасної тенденції в області газифікації вугілля.

Процес був відтворений на експериментальній установці.

Дослідження проводилися по стандартній методиці. Підбір проб проводився від всіх образців палив (3 типа вугілля, 4 вида 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 пірометру, вологоміру та газоаналізатору на підприємстві. Результати заносилися у відповідні таблиці

Як виявилось, він має цілу низку переваг у порівнянні з класичною технологією. Перш за все, вироблений газ абсолютно не містить конденсованих продуктів піролізу вугілля, тому що вони згорають в потоці повітря відразу ж після виходу з вугілля, а продукти згорання вступають в реагування з розпеченим коксом і перетворюються в газ, який (крім азоту, що надходить з повітрям) складається в основному з водню і оксиду вуглецю ($H_2 + CO$). Відмивання газу від смол в класичною технологією і подальша їх утилізація - одна з найголовніших проблем шарової газифікації. У тому числі вона пов'язана з громіздкими спорудами для переробки великих обсягів води, забрудненої фенолами і канцерогенними органічними сполуками. Характерною ознакою такої технології є специфічний запах летких речовин, які пронизують весь завод. Вони депресивно впливають на навколишню екосистему (вода, повітря, рослинність) і, звичайно, в першу чергу, на здоров'я персоналу. У новій технології ця проблема повністю усунена - в виробленому газі немає навіть слідів вугільних смол. І це радикально здешевлює промислове виробництво. Термічний ККД процесу близько 95%.

До інформації цех підготовки виробництва переробляє тарної продукції на 1200000 м³/рік з смерекових та березових дошок. При належному відношенні ці пакувальні ресурси можуть перетворитися на паливний мікс для живлення корпусу та опалення бази відпочинку.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ

Під комбінованим виробленням теплоти та електроенергії зазвичай розуміють використання відведеного в термодинамічний цикл теплоти для нагріву теплоносія, що направляється споживачам. В даному випадку аналізується чотири способи опалення, включаючи відходи власного виробництва.

2.1 Розрахунок газогенераторної станції

Інтерес до газифікації вугілля періодично зростає в зв'язку з економічними кризами. Тому сучасні процеси газифікації вугілля істотно відрізняються від рівня 50-60 рр. ХХ століття і по технологічним, і за екологічними показниками. І якщо тоді були відомі 3...5 основних способів газифікації з декількома варіантами для кожного, то в даний час рахунок йде на десятки. Однак можна сформулювати одну загальну закономірність. Найбільшою економічною ефективністю і гнучкістю володіють технологією газифікації з комбінованим виробництвом декількох продуктів. Тому сьогодні, поряд з уже усталеним терміном «когенерація», все частіше застосовується «тригенерація» і навіть «квадрогенерація». Це є відображенням сучасної тенденції в області газифікації вугілля.

Процес був відтворений на експериментальній установці.

Дослідження проводилися по стандартній методиці. Підбір проб проводився від всіх образців палив (3 типа вугілля, 4 вида 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

Як виявилось, він має цілу низку переваг у порівнянні з класичною технологією. Перш за все, вироблений газ абсолютно не містить

конденсованих продуктів піролізу вугілля, тому що вони згорають в потоці повітря відразу ж після виходу з вугілля, а продукти згорання вступають в реагування з розпеченим коксом і перетворюються в газ, який (крім азоту, що надходить з повітрям) складається в основному з водню і оксиду вуглецю ($H_2 + CO$). Відмивання газу від смол в класичною технологією і подальша їх утилізація - одна з найголовніших проблем шарової газифікації. У тому числі вона пов'язана з громіздкими спорудами для переробки великих обсягів води, забрудненої фенолами і канцерогенними органічними сполуками. Характерною ознакою такої технології є специфічний запах летких речовин, які пронизують весь завод. Вони депресивно впливають на навколишнє екосистему (вода, повітря, рослинність) і, звичайно, в першу чергу, на здоров'я персоналу. У новій технології ця проблема повністю усунуто - в виробленому газі немає навіть слідів вугільних смол. І це радикально здешевлює промислове виробництво. Термічний ККД процесу близько 95 %.

До інформації цех підготовки виробництва переробляє тарної продукції на 1200000 м³/рік з смерекових та березових дошок. При належному відношенні ці пакувальні ресурси можуть перетворитися на паливний мікс для живлення комплексу.

Процес газифікації, тепловий та матеріальний баланс процесу

Характеристика палива

Для газифікації може використовуватися буре вугілля, тріска деревини.

На горючу масу (в % ваг.)

Таблиця 2.1 – Елементний аналіз

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

Вища теплота згорання горючої маси розраховується, кДж/кг.:

$$Q_{\text{B}}^{\text{daf}} = 81C^{\text{daf}} + 300H^{\text{daf}} - 26O^{\text{daf}} + 26S^{\text{daf}}; \quad (2.1)$$

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

Низша теплота згорання горючої маси, кДж/кг.:

$$Q_{\text{H}}^{\text{daf}} = Q_{\text{B}}^{\text{daf}} - 54 H^{\text{daf}}; \quad (2.2)$$

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

зольність сухої маси $A^{\text{d}} = 20 \%$;

вологість робочого палива $W = 21 \%$.

На робоче паливо (в % ваг.).

Розрахуємо вміст золи в 100 кг робочого палива, %:

$$A^{\text{r}} = A^{\text{d}} \cdot \frac{100 - W^{\text{r}}}{100} = 20 \cdot \frac{100 - 21}{100} = 15,8; \quad (2.3)$$

Визначимо коефіцієнт для розрахунку горючої на робочу масу:

$$K = \frac{100 - (A^{\text{r}} + W^{\text{r}})}{100} = \frac{100 - (15,8 + 21)}{100} = 0,632 \quad (2.4)$$

Виконаємо розрахунок складу горючої на робочу маси, %:

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

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

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

$$O^{\text{r}} = 17 \times 0,632 = 10,7$$

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

Отримані дані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.2 – Технічний аналіз

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

Низша теплота згорання робочого палива, кДж/кг:

$$Q_{\text{H}}^{\text{r}} = 81C^{\text{r}} + 246H^{\text{r}} - 26O^{\text{r}} + 26 S^{\text{d}} - 6 W^{\text{r}}; \quad (2.5)$$

$$Q_{\text{H}}^{\text{r}} = 4422,43$$

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

Таблиця 2.3 – Склад палива

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

2.1.1. Розрахунок продуктів піролізу.

Водяна пара (H₂O).

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

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

Діоксид вуглецю (CO₂).

У газ сухої перегонки у вигляді діоксиду вуглецю в залежності від класу палива переходить така кількість кисню палива, кг/моль:

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

Метан (CH₄).

З компонентів, що містяться у вугіллі водню переходить в метан 30%,
кг/моль:

$$g(CH_4) = \frac{H \cdot 30}{100} = \frac{1,7983 \cdot 30}{100} = 0,53949$$

Етилен (C₂H₄).

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

$$g(C_2H_4) = \frac{H \cdot 4}{100 \cdot 2} = \frac{1,7983 \cdot 4}{100 \cdot 2} = 0,035966$$

Смола.

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_в = 34987 кДж/кг.

Таблиця 2.4 – Елементний аналіз смоли

Компоненти смоли	Маса, кг	Кількість речовини, кг/моль × 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

$$(X_i) = \frac{x_i G(C)}{C}, \quad (2.6)$$

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

x_i - відсотковий зміст і - го компонента в смолі, %.

Зробимо розрахунок для кожного компонента смоли, кг:

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

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

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

Азот (N₂).

При звичайних розрахунках можна знехтувати виходом аміаку і прийняти, що N₂ переходить в газ у вигляді газоподібного азоту за вирахуванням азоту, що міститься в смол, кг/моль.

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

Сірка (S).

В середньому 80 % сірки перетворюється в газ у вигляді сірководню (H₂S) та 20 % залишається в шлаку, кг/моль.

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

Водень (H₂).

На попередні реакції витрачено водню, кг/моль:

$$G_1(H_2) = 0,3234 + 0,53949 + 0,02352 + 0,035966 + 0,356 = 1,2784$$

Інший водень виділяється у вигляді газообразного водню, кг/моль:

$$G_2(H_2) = 1,7983 - 1,2784 = 0,5199$$

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:

$$G_1(O_2) = 0,3234 - 0,281 = 0,042$$

Залишки кисню підуть на утворення окисі вуглецю, кг/моль:

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

Вуглець (C).

На все попередні реакції витрачено вуглецю $G_1(C) = 0,64$ кг/моль.

В реакційну зону перейде вуглець, кг/моль:

$$G_2(C) = 3,822 - 0,64 = 3,192$$

Таким чином, в процесі піролізу будемо мати наступні продукти, представлені в таблиці 2.5.

2.1.2. Матеріальний баланс піролізу

Процес піролізу проходить без доступу пароповітряної суміші, тому продуктами піролізу є: піролізні гази, баласт - зола, смола і коксовий залишок (табл..2.6).

2.1.3. 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:

Таблиця 2.5 – Продукти піролізу

Компоненти газу	Кількість газу, кг/моль $\times 10^2$	Кількість газу, кг	Вміст в газі, %	
			сухому	вологовому
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
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

$$C_{\text{ш}} = (A^r + 0,2S) \frac{10}{90}, \quad (2.7)$$

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

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

2.2. Вихід шлаку, кг

$$V_{\text{ш}} = (A^r + 0,2S) + C_{\text{ш}} = (15,8 + 0,2 \cdot 0,82) + 1,774 = 17,738 \quad (2.8)$$

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:

Таблиця 2.6 - Матеріальний баланс піролізу

Добуток			Витрата		
Найменування статей	кг	%	Найменування статей	кг	%
Вугілля у т.ч. золи	1000,0 158,0	100	Продукти піролізу	590,8	59,08
			Зола	158,0	15,80
			Смола	45,7	4,57
			Коксовий залишок	205,5	20,55
Всього	1000,0	100	Всього	1000,0	100

$$-CO + CO_2 = 3,192;$$

$$-H_2 + H_2O = 1,11;$$

$$-\frac{CO \times H_2O}{CO_2 \times H_2} = 2,5;$$

$$-2 CO_2 + CO = \frac{N_2}{1,88} + H_2;$$

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

2.3. Приход тепла

2.3.1. Теплота згоряння палива, кДж/кг:

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

На 100 кг палива маємо, кДж:

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

Фізичне тепло з вугіллям, кДж:

$$Q_2 = c_y t m, \quad (2.9)$$

де c_y – теплоємність вугілля, $c_y = 0,2$ Дж/кг·К;

t – температура вугілля, $t = 15$ °С.

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

Тепловміст пари пароповітряного дуття, кДж:

$$Q_3 = W^p c_{п}, \quad (2.10)$$

де $c_{п}$ – тепловміст насиченої пари, $c_{п} = 622$ ккал/кг.

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

Тепловміст подаючого в генератор повітря, кДж:

$$Q_4 = c_v t v, \quad (2.11)$$

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 добуток тепла в генератор, кДж:

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

Витрата тепла

Теплота згорання газів, кДж:

$$Q_i' = q_i v_i, \quad (2.12)$$

де q_i – теплота згорання i - го газу;

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

$$Q_{\text{CH}_4} = 4,19 \cdot (213000 \cdot 0,5395) = 481487,6 \text{ кДж.}$$

$$Q_{\text{C}_2\text{H}_4} = 4,19 \cdot (341500 \cdot 0,0359) = 51368,8 \text{ кДж.}$$

$$Q_{\text{H}_2} = 4,19 \cdot (68350 \cdot 1,2784) = 366116,5 \text{ кДж.}$$

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

$$Q_{\text{H}_2\text{S}} = 4,19 \cdot (123920 \cdot 0,0235) = 12201,8 \text{ кДж.}$$

$$Q_1' = 1070593,3 \text{ кДж.}$$

Теплота згорання смоли, кДж/кг:

$$Q = 4,19 (81C + 300H - 26O). \quad (2.13)$$

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

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

Тепловміст смоли, кДж:

$$Q_3' = (Q_0 \cdot c_{\text{см}} \cdot t) \cdot m_{\text{см}}, \quad (2.14)$$

де $c_{\text{см}}$ – тепловміст смоли, $c_{\text{см}} = 0,5$ 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:

$$Q_4' = C_{\text{ш}} Q_{\text{с}}, \quad (2.15)$$

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

Q_c – теплота згорання вуглецю, кДж.

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

Фізичне тепло шлаку, кДж:

$$Q_5' = t \cdot c_{\text{ш}} \cdot m_{\text{с}}, \quad (2.16)$$

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

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

$m_{\text{ш}}$ – маса шлаку, кг.

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

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

$$Q_6' = 0,05 \cdot Q_1. \quad (2.17)$$

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

Тепловміст продуктів піролізу, кДж:

$$Q_7' = 22,4 c_i \cdot v_i \cdot t, \quad (2.18)$$

де c_i – теплоємність i -го газу;

t – температура газів.

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

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

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

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

$$Q'_{\text{H}_2} = 4,19 \cdot (1,2784 \cdot 22,4 \cdot 250 \cdot 0,31) = 9298,9$$

$$Q'_{\text{H}_2\text{S}} = 4,19 \cdot (0,0235 \cdot 22,4 \cdot 250 \cdot 0,393) = 216,7$$

$$Q'_{\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \cdot (595 + 0,48 \cdot 250) \cdot 26,46 = 79270,2$$

$$Q'_r = 99237,1$$

Хімічне тепло уносу пилу, кДж:

$$Q'_8 = m_y Q^p_v. \quad (2.19)$$

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

Фізичне тепло уносу, кДж:

$$Q'_9 = t_y c'_y m_y, \quad (2.20)$$

де t_y – температура пилу, $t_y = 200^\circ$;

c'_y – теплосодержание пилу, $c'_y = 0,23$ ккал/кг $^\circ\text{C}$.

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

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, рівна:

$$1982760,1 - 1838460,2 = 144299,9 \text{ кДж}$$

Теплота згорання продуктів основного генераторного процесу:

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

Теплоємність при 250 °С

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

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

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

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

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

Звідси п'яте рівняння

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

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

2.6 Розрахунок складу газу на 100 кг бурого вугілля

Проводилося дослідження в практичних умовах на газогенераторній станції в приміщенні котельні оздоровчого комплексу «Маяк» (табл..2.7).

Таблиця 2.7 – 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_2H_4	3,59	-	3,59	0,3	0,2
H_2	127,84	26,7	154,54	11,5	9,8
H_2S	2,35	-	2,35	0,2	0,1
N_2	3,70	750	753,7	55,8	47,8
H_2O	147	83,3	230,3	-	14,6
Всього	401,1	1179	1580,1	100	100

2.6.1 Вихід вологого газу, m^3 :

$$V^{\text{в.г.}} = 22,4 V^{\text{г.}}, \quad (2.21)$$

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

$$V^{B.\Gamma} = 15,801 \cdot 22,4 = 353,9$$

2.6.2 Визначимо вихід сухого газу, м³:

$$V^{c.\Gamma} = (V^{\Gamma} - H_2O^{\Gamma}) \cdot 22,4, \quad (2.22)$$

де H_2O^{Γ} – склад вологи в газі, кг/моль.

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

2.6.3 Витрата повітря воздуха, м³:

$$V_B = \frac{N_2^{\Gamma} V^{c.\Gamma} - \frac{0,85}{1,25}}{0,79}, \quad (2.23)$$

де N_2^{Γ} – склад азоту в газі, %;

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

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

$$m_B = \rho \cdot V_B, \quad (2.24)$$

де ρ – щільність повітря, $\rho = 1,29$ кг/м³; $m_B = 117,43 \cdot 1,29 = 151,5$

2.6.4. Вологість газу, кг/м³:

$$f = \frac{18H_2O^{\Gamma}}{V^{c.\Gamma}}. \quad (2.25)$$

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

2.6.5 Кількість водяної пари, кг:

$$G_{в.п.} = f V^{с.г} = 302,4 \cdot 0,169 = 41,3. \quad (2.26)$$

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

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс (на 1000 кг вугілля)

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

Таблиця 2.9 – Тепловий баланс (на 1000 кг вугілля)

Приход			Витрата		
Найменування статей	МДж	Вміст, %	Найменування статей	МДж	Вміст, %
Вугілля у т.ч. зола	1924,2	97,11	Генераторний газ	1152,364	58,15
Водяна пара	54,73	2,76	Водяна пара	125,63	6,34
Повітря	2,61	0,2	Смола	160,95	8,12
			Шлак	61,90	3,12
			Унос	38,59	1,95
			Втрати в навколишнє середовище	403,1	20,34
			Нев'язка	39,036	1,97
Всього	1981,54	100	Всього	1981,54	100

2.7 Розрахунок основних параметрів газогенератору

Кількість вугілля, згораючого за добу на 1 м² колосникової решітці, кг:

$$G_v = 24 \times q, \quad (2.27)$$

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

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

Потужність газогенератору, $G_m = 50$ т/добу

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

Час перебування палива в газогенераторі, годин:

$$Z = \frac{V_m \rho}{B}, \quad (2.28)$$

де V_m - обсяг, займаєий паливом в газогенераторі, м³;

ρ - насипна маса палива, 800 кг/м³;

B – погодинна витрата палива в генераторі.

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

Обсяг, займаєий паливом в газогенераторі, м³:

$$V_T = H_1 S, \quad (2.29)$$

де H_1 - висота шару палива, м;

S - площа газогенератору, м².

Площа газогенератору визначається по формулі:

$$S = \frac{G_m}{G_v} \quad (2.30)$$

Рахуємо числові значення

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

Діаметр газогенератору, м:

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{15,2 \cdot 4}{3,14}} = 4,4 \quad (2.31)$$

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

Висота газогенератора, м:

$$H = v_y z, \quad (2.32)$$

де v_y - швидкість подачі вугілля, $v_y = 1 \text{ мм/сек}$.

Обрахуємо числові значення:

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

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 $G_{ш} = 0,52 \text{ т / рік}$

Розрахунок матеріального і теплового балансів установки

Матеріальний баланс установки (продуктивність установки $G_m = 8,3 \text{ т/год}$) представлений в таблиці 2.9

Таблиця 2.9- Матеріальний баланс установки

Добуток			Витрата		
Найменування статей	кг/год	%	Найменування статей	кг/год	%
Вугілля у т.ч. зола	8300,0 1311,4	36,83	Генераторний газ	16458,07	73,03
Водяної пар	1660	7,37	Водяна пара	3427,9	15,21
Повітря	12574,5	55,8	Смола	19,94	0,85
			Шлак	1472,254	6,53
			Унос	166	0,74
			Нев'язка	818,336	3,63
Всього	22534,5	100	Всього	22534,5	100

Таблиця 2.10 – Тепловий баланс установки

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

2.8 Розрахунок станції по зворотному циклу

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

Вихід газогенераторного газу, м³/год:

$$V_d = \frac{1,867 \times (C_p - C_n)}{(C_{CO_2} + C_{O_2} + C_{CH_4})}, \quad (2.33)$$

$$V_d = \frac{1,867 \times 36,87}{(8,5 + 0,17 + 3,8)} = 2,165,$$

Маса синтетичного газу розраховуємо по формулі:

$$\gamma_r = 0,0198 \times C_{CO_2} + 0,0043 \times C_{O_2} + 0,0125 \times C_{CO} + 0,0099 \times C_{H_2} + 0,0072 \times C_{CH_4} + 0,0125 \times C_{N_2}, \quad (2.34)$$

$$\gamma_r = 0,0198 \times 8,5 + 0,0043 \times 0,17 + 0,0125 \times 19,5 + 0,0099 \times 12,3 + 0,0072 \times 3,8 + 0,0125 \times 55,73 = 1,150$$

Вміст вологи:

$$f_r = \left((W_p + 9 \times H_p) / (100 \times V_d) \right) + \left(G_B / V_d \right) - 0,804 \times (C_{H_2} + 2 \times C_{CH_4}) / 100, \quad (2.35)$$

$$f_r = \left((7,8 + 9 \times 4,95) / (100 \times 2,165) \right) + \left(0 / 2,165 \right) - 0,804 \times (12,3 + 2 \times 3,8) = 0,0818$$

Сумарна кількість водяної пари:

$$G = V_d \times f_r \quad (2.36)$$

$$G = 2,165 \times 0,0818 = 0,1772$$

Визначимо параметри газифікації: вихід вологого газу:

$$V_d^\lambda = V_d \times (1 + 1,245 \times f_r) \quad (2.37)$$

$$V_d^\lambda = 2,165 \times (1 + 1,245 \times 0,0818) = 2,385$$

Витрата повітря:

$$L = 0,0127 \times V_d \times C_{N_2} \quad (2.38)$$

$$L = 0,0127 \times 2,165 \times 55,73 = 1,532$$

Розрахуємо матеріальний баланс – приход тепла:

$$1 + 1,293 \times L + G_{В\text{ подв}} \quad (2.39)$$

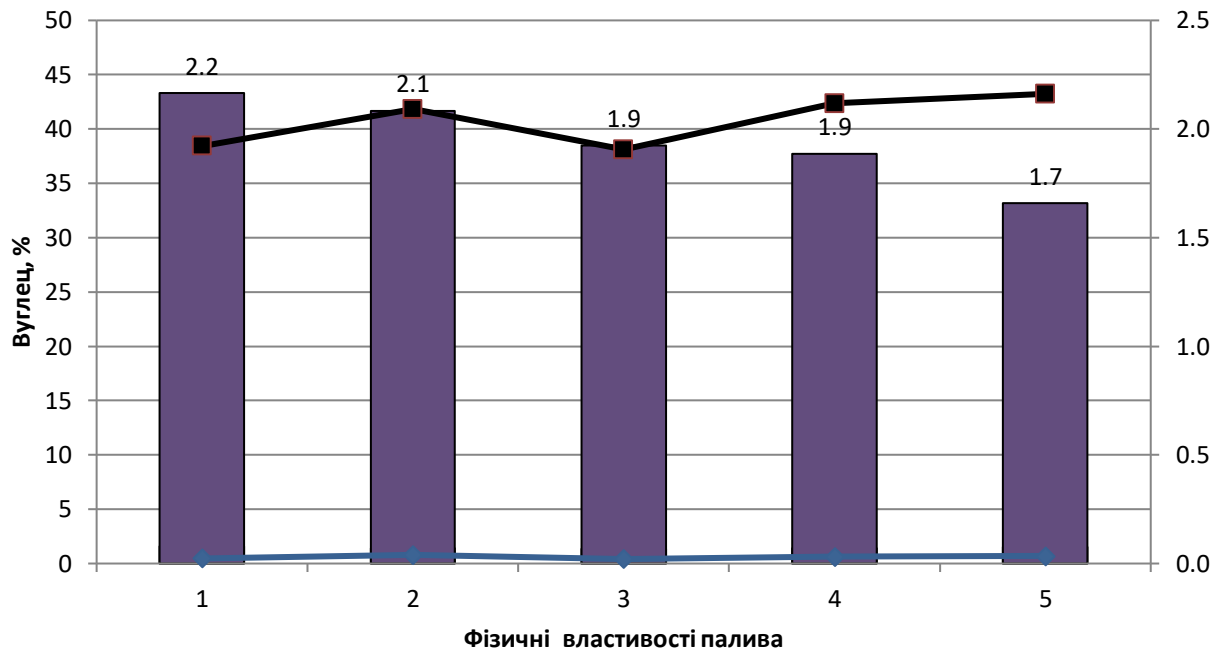


Рисунок 2.1 – Вплив фізичних параметрів палива на вихід синтетичного газу

Визначимо баланс – витрата тепла:

$$\gamma_2 \times V_2 + G_{H_2O} + 0,01 \times A_p + 0,01 C_n \quad (2.40)$$

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:

$$H_H = 30,35 \times C_{CO} + 25,7C_{H_2} + 85,7 C_{CH_4} \quad (2.41)$$

Для деревних пелет:

$$H_H = 30,35 \times 19,5 + 25,7 \times 12,3 + 85,7 \times 3,8 = 1234 \quad (2.42)$$

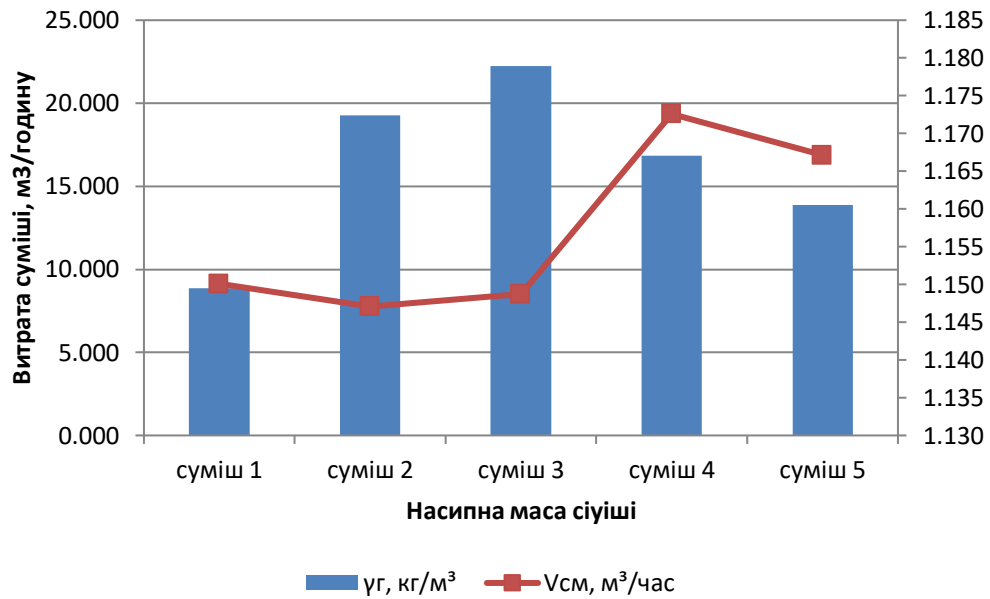


Рис. 2.2. – Вплив насипної маси на витрату палива.

Для суміші соломи та трісок та вугілля :

$$H_H = 30,35 \times 21 + 25,7 \times 12,3 + 85,7 \times 3,2 = 1241 \quad (2.43)$$

Для суміші соломи та соняшникового лущиння:

$$H_H = 30,35 \times 19,2 + 25,7 \times 12,76 + 85,7 \times 3,5 = 1211 \quad (2.44)$$

Для суміші торфу та деревинних трісок:

$$H_H = 30,35 \times 18,54 + 25,7 \times 12 + 85,7 \times 8 = 1557 \quad (2.45)$$

Для суміші грабових та соснових трісок:

$$H_n = 30,35 \times 21,34 + 25,7 \times 16,24 + 85,7 \times 7 = 1665 \quad (2.46)$$

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 - грабові тріски (50%), соснові тріски (50%).

Результати дослідів наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Компонентний склад паливних сумішей

Суміші	CO ₂ , %	O ₂ , %	CO, %	H ₂ , %	CH ₄ , %	N ₂ , %	H _n , ккал/м ³
Суміш 1	8,5	0,17	19,5	12,3	3,8	55,73	1234
Суміш 2	12	0,14	21	12,8	3,2	50,86	1241
Суміш 3	13	0,34	19,2	12,76	3,5	51,2	1211
Суміш 4	14	0,27	18,54	12	8	46,87	1557
Суміш 5	18,6	0,12	21,34	16,24	7	36,7	1665

Витрата повітря на опалювання палива розрахуємо:

$$L_B = (0,5 \times (C_{CO_2} + C_{H_2}) + 2C_{CH_4} - C_{O_2})/21 \quad (2.47)$$

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

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

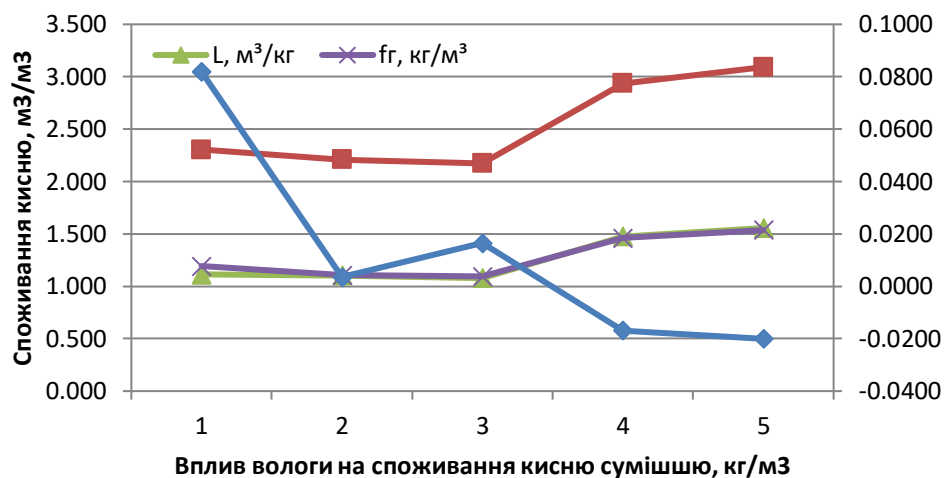


Рисунок 2.3 – Вплив вологи палива на споживання кисню при згоранні
Витрата суміші:

$$V_{\text{сум}} = V_{\Gamma}(1 + 1,05 \times L_B)/0,92 \quad (2.48)$$

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

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

Витрата палива = 2,48 кг/годину.

Питома витрата палива:

$$g_e = \frac{V_{\text{сум}}}{P} \quad (2.49)$$

$$g_e = \frac{0,874}{5} = 0,175$$

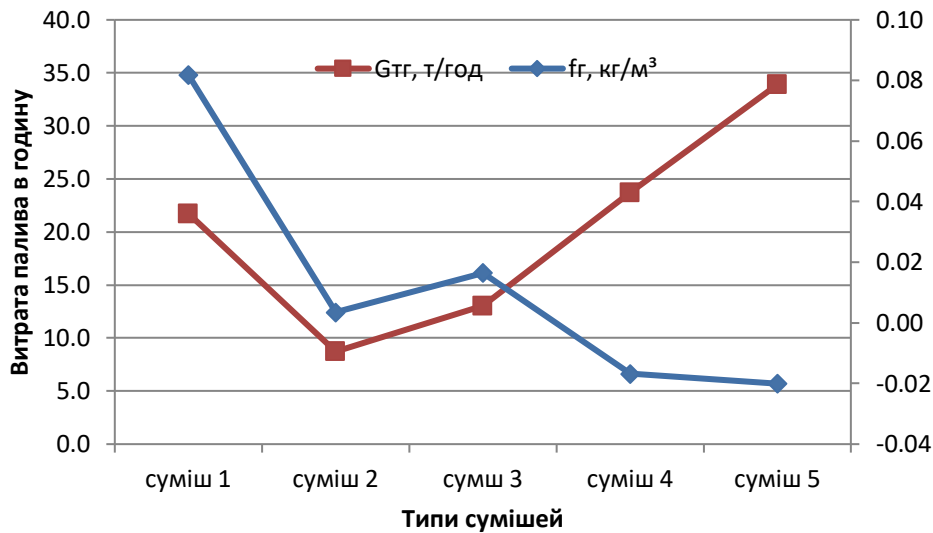


Рисунок 2.4 – Вплив вологи палива на годинну витрату в газогенераторі

Питома витрата газу:

$$V_{г} = V_{д} \times G_{г}/\rho \quad (2.50)$$

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

Теплотворна здатність газів:

$$h_{Н} = 0,92 \times H_{Н}/(1 + 1,05 \times L_{В}) \quad (2.51)$$

$$h_{Н} = 0,92 \times 1234/(1 + 1,05 \times 1,111) = 524$$

Погодинна витрата палива при 24 годинній праці обладнання:

$$G_{TГ} = G_{T} \times 24,365/1000 \quad (2.52)$$

$$G_{TГ} = 0,874 \times \frac{24,365}{1000} = 7,7$$

Вагове напруження палива: $q = 400 \text{ кг/м}^2\text{хгодину}$.

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

Теплова напруга палива – $B = 180000 \text{ ккал/годину} \times \text{м}^2$

Насипна маса сухого палива: 320 кг/м^3 ; повітряно-сухого – 650 кг/м^3 ; свіже спилляного – 910 кг/м^3 .

Чисельна маса при одному завантаженні:

$$T = \frac{V_{\text{бунк}}}{G_T} \quad (2.53)$$

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

Відповідно при інших категоріях палива отримаємо:

2,35 годин; 3,36 годин; 6,11 годин; 9,12 годин.

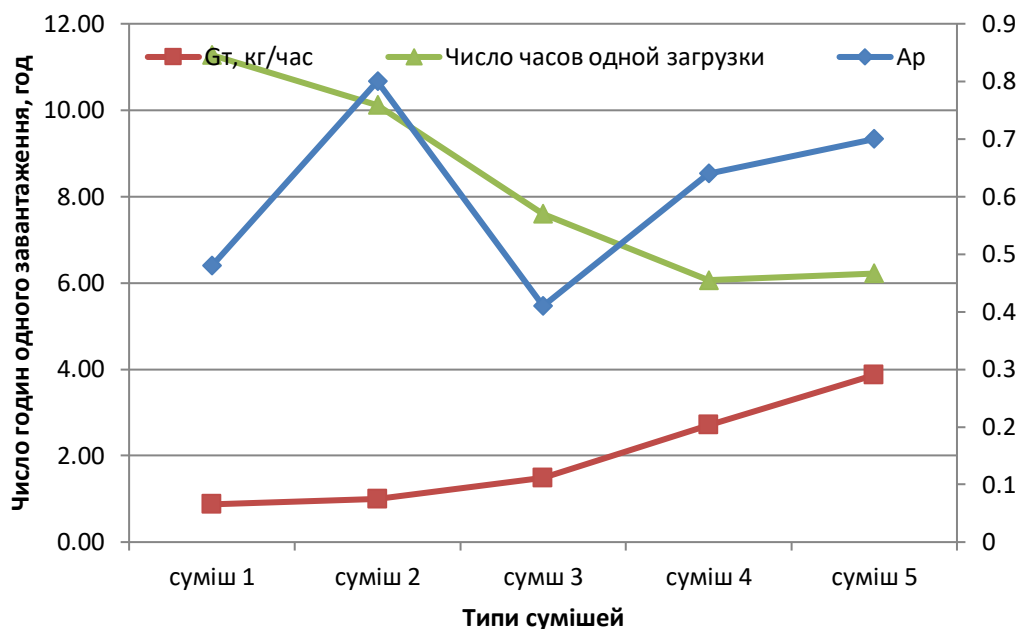


Рисунок 2.5 – Число годин роботи станції на одному завантаженні

Площа перетину камери, м^2 :

$$F = \frac{Q_H^p \times G_T}{B_{\text{тепл напр}}} \quad (2.54)$$

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

Діаметр камери : $D_k = 15 \text{ см}$.

Швидкість дуття: 18 м/с .

Кількість фурми, n: 8.

Діаметр фурми, d_f : 8мм.

Діаметр горловини d_r , см:

$$d_r = \frac{D_k}{2} = \frac{15}{1,6} = 9,4 \quad (2.55)$$

Висота от фурми до горловини, см:

$$h_r = 0,6 \times D_k \quad (2.56)$$

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

Висота активної зони: $h = 22$ см.

Обсяг бункеру, m^3 :

$$V_6 = G_T \times 8 \times 1,3/\gamma_m \quad (2.57)$$

$$V_6 = 0,874 \times 8 \times \frac{1,3}{320} = 0,028$$

Діаметр бункеру :0,35 м

Висота бункеру:

$$H_6 = 1,274 \times V_B/\sqrt{D_B} \quad (2.58)$$

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

Підбираємо прямокутний бункер.

Підбираємо корпус.

Діаметр корпусу становить, м:

$$H_6 = D_B + 0,04 \quad (2.59)$$

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

Розрахуємо розміри зольнику:

- Обсяг зольнику -

$$V_{\text{зол}} = G_T \times \delta \times \tau_3 / (100 \times q_{\text{відх}}) \quad (2.60)$$

$$V_{\text{зол}} = 0,874 \times 2 \times \frac{80}{(100 \times 0,3)} = 4,7$$

- Висота зольнику –

$$H_{\text{зол}} = G_T \times \delta \times \tau_3 / (F_3 \times \tau_3) \quad (2.61)$$

$$H_{\text{зол}} = \frac{0,874 \times 2 \times 80}{(11,94_3 \times 0,33_3)} = 39$$

- Приймаємо відсоток відходів палива: 2%.
- Відсоток вологи, 0,3 кг/л.
- Час роботи – 80 годин.
- Концентрація газів, кг/м³:

$$C_T = 12 \times (C_{\text{CO}} + C_{\text{CO}_2} + C_{\text{CH}_4}) / (22,4 \times 100) \quad (2.62)$$

$$C_T = 12 \times \frac{(19,5 + 8,5 + 3,8)}{(22,4 \times 100)} = 0,17 \text{ кг/м}^3$$

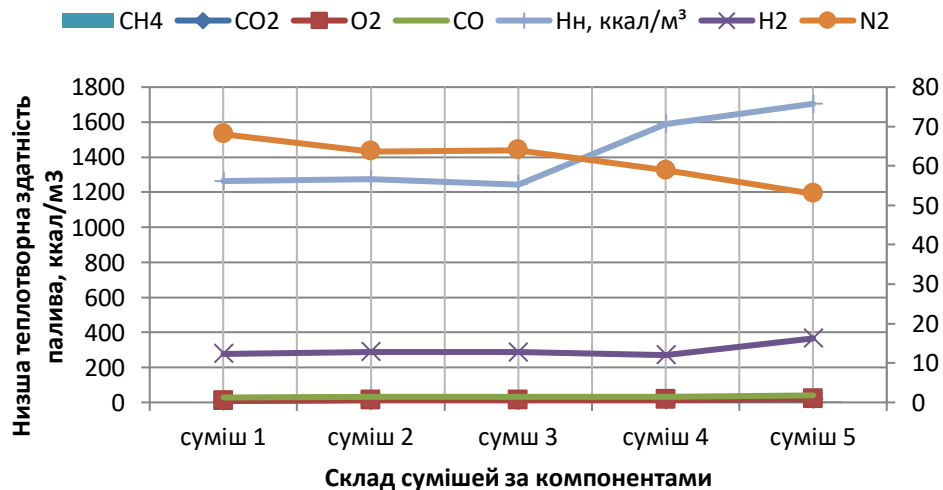


Рисунок 2.6 – Низша теплотворна здатність досліджуваних сумішей

2.9. Розрахунок вітроколеса.

Представляємо технологічні дані вітроустановки у табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Вихідні дані вітроустановки АВЕУ -4М

АВЕУ-4М			
Рн, кВт	Д, м	v _{min} , м/с	v _{раб} , м/с
4	5	3,5	9,1

У табл. 2.12 представлені дані повторюваності швидкості вітру.

Таблиця 2.12 – Повторюваність швидкості вітру

Повторюваність швидкості вітру

по градаціях

Місяць	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12 та більш
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:

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

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

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

Таблиця 2.13 – Очікувана питома енергія вітроустановки

Місяць	T, годин	Кількість днів	Очікувана питома енергія, МДж/м ²
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
Вересень	720	30	41,27
жовтень	360	15	23,64

Повне виробництво електроенергії, МДж/м².

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

Розрахунки для інших місяців проводяться та заносяться в табл. 2.4.

Таблиця 2.14 – Повне виробництво електроенергії, МДж/м²

місяць	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	За сезон
W _{веу}	486,93	866,42	645,96	431,24	453,95	656,08	375,75	3916,34

Потрібну кількість енергії приймаємо з розрахунку геліоустановки (табл. 2.5).

Таблиця 2.15 – Потребна кількість енергії, МДж/м²

місяць	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпен	Вересен	Жовтен	за сезон
Q _п	1440,00	2790,00	2700,00	2790,00	2790,00	2700,00	1350,00	16560,00

Забезпеченість потрібної енергією однієї вітроустановки, %.

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

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 табл. 2.6.

Таблиця 2.16 -Результати розрахунків

Показники	Квітен	Травен	Червен	Липень	Серпен	Вересен	жовтень	за сезон
Q _п	1440,0	2790,00	2700,00	2790,00	2790,00	2700,00	1350,00	16560,00
W _{взуі}	486,93	866,42	645,96	431,24	453,96	656,08	375,75	4834,99
P _і , %	33,81	31,05	23,92	15,46	16,27	24,3	27,83	24,91
Кількість установок	3	3	4	6	6	4	4	6
пвзу								
(W _{взуі} · η _{эл} · пвзу)	1460,8	2599,26	2583,96	2587,42	2723,72	2624,31	1503,01	

Коефіцієнт використання енергії:

$$K_{испi} = Q_{полi} / (W_{взуі} \cdot \eta_{эл} \cdot пвзу) = \frac{1440}{1460,8} = 0,986$$

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

Коефіцієнт забезпеченості: У квітні при використанні трьох вітроустановок: $K_{об}^{ВЕУ} = \frac{W_{нол}}{W_n} = \frac{486,93 \cdot 3}{1440} = 1,01$;

Результати розрахунків для інших місяців заносяться в табл. 2.17.

Таблиця 2.17 – Результати розрахунків коефіцієнтів використання та забезпеченості

кількість 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 6-4У																
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

Забезпеченість робочої швидкості вітру $p(v)$, коли $v > v_{min}$, та середня тривалість роботи ВЕУ (N днів) на протязі місяця заносяться в табл. 2.18.

Таблиця 2.18 – Повне виробництво електроенергії, МДж/м²

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	8	15	12	9	9	12	7	73

2.10 Розрахунок сонячної електростанції

2.10.1 Аналіз вихідних даних:

Вільно Андріївка. Число відпочиваючих -60. Число співробітників - 15
Розміри будівлі = $a \times b \times h = 22 \times 68 \times 18$. Питомий бак акумулятор $0,095 \text{ м}^3/\text{м}^2$.
Вартість теплової енергії від КП «МТМ» - 1224,56 грн/ГДж.

2.10.2. Визначення характеристик колектору

Для вакуумованого колектора $F_R(\tau\alpha)_n = 0,72$ и $F_R U_L = 5,45$.

Вплив теплообмінника, розділяючого колектор та 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:

$$\frac{F'_R}{F_R} = \left[1 + \frac{F_R U_L}{GC_p} \cdot \left(\frac{AGC_p}{\varepsilon_c C_{\min}} - 1 \right) \right]^{-1} = \left[1 + \frac{5,45}{0,000015 \cdot 927 \cdot 3350} \cdot \left(\frac{1}{0,9} - 1 \right) \right]^{-1} = 0,99 \quad (2.69)$$

де ε_c - ефективність теплообмінника;

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

2.10.3 Вплив орієнтації колектору на довгострокові характеристики

Для міста Вільно Андріївка, знаходимо значення \bar{H}^i , \bar{H}_d^i , K_T^i , \bar{T}_V^i для кожного з 12 місяців року. Ці данні, а також результати виконаних в подальшому розрахунків оформлені у вигляді таблиць.

2.2.4.1 По заданим широті місцевості, азимуту та куту нахилу колектору до горизонту, знаходим значення \bar{R}_V та заносим їх у відповідну таблицю.

Для поверхонь, орієнтованих на південь, величина може бути визначена відповідно до рівняння. Ці ж значення з допустимою похибкою можна

використовувати і для поверхонь, азимут яких за абсолютним значенням не перевищує °15.

$$\bar{R}_B = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cos \delta \sin \omega' + \frac{\pi}{180} \omega' \sin(\varphi - \beta) \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta \sin \omega + \frac{\pi}{180} \omega \sin \varphi \sin \delta}, \quad (2.63)$$

де ω - годинний кут заходу сонця на горизонтальній поверхні

$$\omega = \arccos(-tg\varphi tg\delta),$$

ω' - годинний кут заходу сонця на наклонній поверхні:

$$\omega' = \min \{ \omega; \arccos[-tg(\varphi - \beta)tg\delta] \},$$

В розрахунках використовуємо величини δ для середнього дня кожного з 12 місяців року.

Таблиця 2.19 - Кут схилу Сонця для середнього дня I - XII місяців

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
δ , град	-20,9	-13,0	-2,4	9,4	18,8	23,1	21,2	13,5	2,2	-9,6	-18,9	-23,0

2.2.4.2 Для кожного місяця вибираємо значення ρ в залежності від наявності снігу в данному місяці.

$$\text{З виразу } \bar{R} = \left(1 - \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}}\right) \bar{R}_B + \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} \cdot \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \frac{1 - \cos \beta}{2} \quad (2.64)$$

знаходимо значення \bar{R} та заносимо в таблицю. Розрахунок виконуємо в додатку Microsoft Excel. Заносимо в таблицю значення \bar{H}_T , знайдені з виразу $\bar{H}_T = \bar{R}\bar{H}$.

2.11 Розрахунок навантаження тепlopостачання

2.11.1 Розрахунок навантаження опалення

Обсяг будівля по зовнішньому виміру, m^3

$$V_H = abh = 22 \times 68 \times 18 = 26928 \quad (2.65)$$

Коефіцієнт впливу району будівництва

$$a = 0,54 + \frac{22}{(t_s - t_{н.р.})} = 0,54 + \frac{22}{[22 - (-19)]} = 1,08 \quad (2.66)$$

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

Величина UA_3 , $\text{Вт}/\text{К}$

$$UA_3 = agV_H = 1,08 \times 0,59 \times 26928 = 17104,27 \quad (2.67)$$

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

A_3 – площа наружних поверхонь будівлі, м^2

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

$$H_{г.с.} = (18 - T_B) \times N = (18 - (-3,7)) \times 31 = 672,7 \quad (2.68)$$

Середньомісячне навантаження опалення, ГДж

$$Q_o = UA_3 \times H_{г.с.} \times 86400 = 17104,27 \times 672,7 \times 86400 \times 10^{-9} = 994,12 \quad (2.70)$$

2.11.2 Розрахунок навантаження гарячого водопостачання для січня

$$Q_{г.в.} = \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N n_D = \quad (2.71)$$

$$= 1000 \times 4187 \times 0,1 \times (60 - 5) \times 75 \times 31 = 53,54 \text{ ГДж},$$

где ρ – щільність 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, $0,1 \text{ м}^3/(\text{дiб.чел})$;

$T_{г.в.}$ – температура гарячої води $T_{г.в.} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$;

$T_{х.в.}$ – температура холодної води, для середньої полоси можно приймати:

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

N – число співробітників;

n_D – число днів.

2.11.3 Розрахунок навантаження тепlopостачання для січня

Середнємісячне навантаження тепlopостачання, ГДж

$$Q_n = Q_o + Q_{г.в.} = 994,12 + 53,54 = 1047,66 \quad (2.72)$$

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

$$Q_n^{год} = \sum_{i=1}^{12} Q_n^i = 4610,04 \quad (2.73)$$

Розрахунок довгострокових характеристик ССТ для січня

Безрозмірний комплекс X

$$X = F_R U_L \frac{F'_R}{F_R} (T_{\delta} - \bar{T}_B) \Delta \tau \frac{A}{Q_H} = \quad (2.74)$$
$$= 5,45 \times 0,99 \times (100 - (-2,6)) \times 31 \times 24 \times 3600 \times 1 / (992,83 \times 10^9) = 0,001$$

Т.як 75аданий обсяг баку акумулятору відрізняється від величини, прийнятої при виводі кореляційного рівняння, то потрібне корегування:

$$X'_c = X \times \left(\frac{V_B}{0,075} \right)^{-0,25} = 0,066 \times \left(\frac{0,095}{0,075} \right)^{-0,25} = 0,001 \quad (2.75)$$

Безрозмірний комплекс Y

$$Y = F_R (\tau\alpha)_n \cdot \frac{(\overline{\tau\alpha})}{(\tau\alpha)_n} \overline{H}_T N \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot \frac{A}{Q_H} = \quad (2.76)$$

$$= 0,72 \times 0,93 \times 5,45 \times 10^6 \times 31 \times 1 \times \frac{1}{24,21 \times 10^9} = 0,006$$

Так як величина $\frac{\varepsilon_L C_{\min}}{UA_3}$ відрізняється від прийнятої при виводі

кореляційного рівняння, то потрібне корегування:

$$Y_c = Y \times \left(0,39 + 0,65 \exp \left\{ \frac{-0,139}{\frac{\varepsilon_L C_{\min}}{UA_3}} \right\} \right) = 0,122 \times \left(0,39 + 0,65 \exp \left\{ \frac{-0,139}{1,5} \right\} \right) = 0,00012 \quad (2.77)$$

A – площа сонячного колектору, m^2 ;

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

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

T_0 – базисна температура, прийнята рівной $100^\circ C$;

N – число днів в місяці;

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

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

Коефіцієнт заміщення

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3 = (2.78)$$

$$= 1,029 \cdot 0,006 - 0,065 \cdot 0,0015 - 0,245 \cdot 0,006^2 + 0,0018 \cdot 0,0015^2 + 0,0215 \cdot 0,006^3 = 0,00035$$



Рисунок 2.7- Вплив кількості сонячних панелей на коефіцієнт заміщення палива.

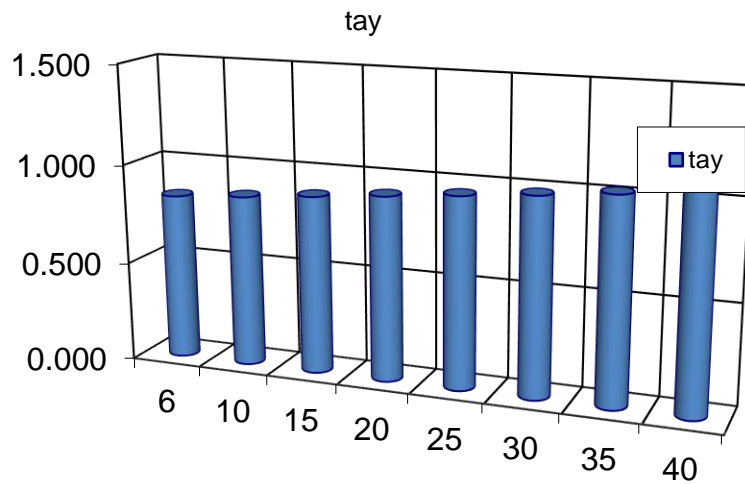


Рисунок 2.8- Вплив кількості колекторів на строк окупності.

2.12 Розрахунок економічних параметрів ССТ

Річна ступінь заміщення палива (додаток б):

$$f^{річн} = \frac{\sum_{i=1}^{12} f^i Q_H^i}{\sum_{i=1}^{12} Q_H^i} = 0,0045 \quad (2.79)$$

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

$$B = f^{річн} Q_H^{річн} / (Q_T \eta_{Т.Г.}) = 0,0045 \times 4610,04 / (29,3 \times 0,9) = 0,78 \quad (2.80)$$

де $Q_T = 29,3 \text{ ГДж} / \text{т}$ –теплота зпалювання 1 т умовного топлива;

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

Вартість 1 ГДж теплової енергії від от теплогенеруючої установки, працюючої на газу =1224,2 грн/ГДж

Річна економія від використання ССТ, грн:

$$E^{річн} = C_T \times f^{річн} \times Q_H^{річн} = 1224,2 \times 0,0045 \times 4610,04 = 25183,9 \quad (2.81)$$

Строк окупності ССТ:

$$\tau = C_{Г.С.} \times \frac{A}{E^{річн}} = 3500 \times \frac{6}{25183,9} = 0,83 \text{ років} \quad (2.82)$$

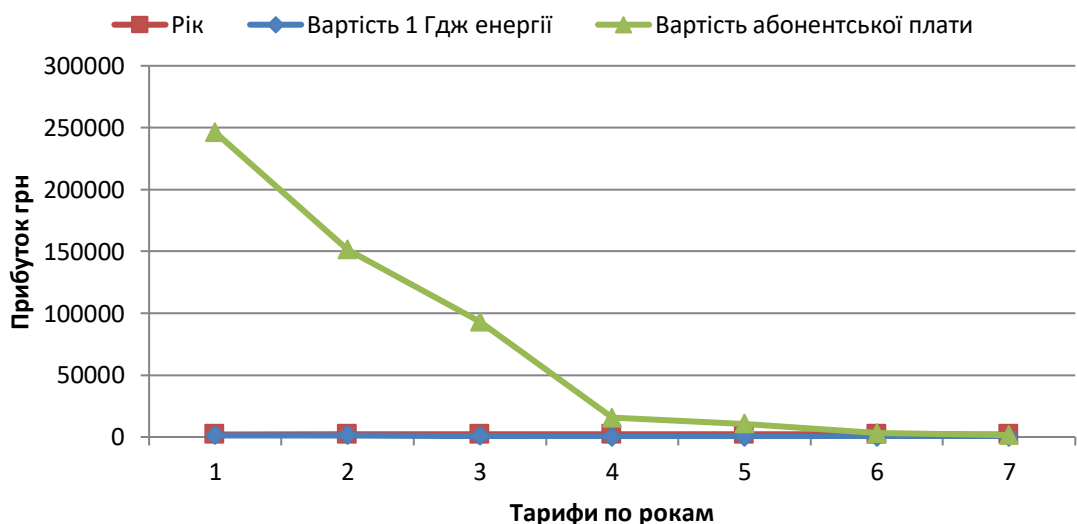


Рисунок 2.9- Вплив величини тарифів по роках

Оцінка доцільності встановлення інфрачервоних UFO обігрівачів.

Основною перевагою інфрачервоних обігрівачів є можливість не розсіювати тепло, а нагрівати необхідний об'єкт, шляхом подання відповідного випромінювання в потрібну сторону. При цьому теплове випромінювання, так само як і звичайний світло, не поглинається повітрям, тому вся енергія від приладу без втрат досягає поверхонь, що обігріваються і людей в зоні його дії. За рахунок того, що такий обігрівач гріє в першу чергу

Вплив вартості панелі на строк окупності

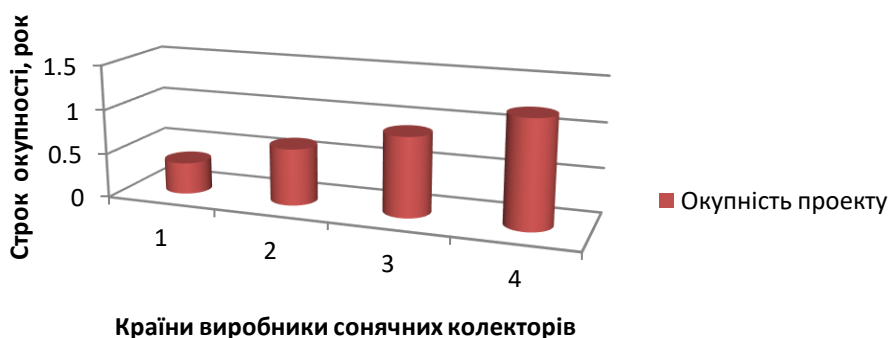


Рисунок 2.10- Вплив вартості сонячної панелі на окупність проекту.

предмети і поверхні, людина відчуває себе комфортно навіть при більш низькій температурі повітря.



Рисунок 2.11 – Схема опалення інфрачервоними обігрівачами.

ІЧ-обігрівачі здійснюють прямий нагрів, без використання проміжного матеріального теплоносія. У традиційних повітряних системах відбувається двоступеневий нагрів теплоносія, тому ККД установки значно знижується.

При цьому швидкість забезпечення тепла незрівнянно вище, ніж у інших обігрівачів - передача тепла починається вже через 27 секунд після включення приладу. Не «спалюють» кисень через низьку температури ламп інфрачервоного випромінювання. А оскільки такі моделі слабо нагрівають повітря в приміщенні, зниження вологості в процесі їх роботи не настільки значний, порівняно з обігрівачами інших типів. Безшумність роботи таких установок дає додаткові переваги.

Номінальна площа обігріву однією одиницею дорівнює 6 м². Отже при площі комплексу 1496 м², для досягнення температури комфортної зони (22°C) потрібно 32 шт. Ціна одного прилада дорівнює 1332 грн (оптова закупівля).

3 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГІЇ

Використання спеціальних датчик, програматорів та системи віддаленого контролю дозволяє запобігти людському фактору та запланувати чітку виробничу програму. В даній роботі представлено варіації автоматизованого управління енергетичними пристроями.

3.1 Мониторинг та регулювання виробництвом електричної енергії фотовольтаїчними колекторами

Засоби моніторингу в сонячному парку Маяк (Вільно-Андріївка) забезпечують тривалий видобуток:

- Група компаній ПАТ «Мотор –Січ» використовує сонячний парк площею понад 10 гектар недалеко від міста Запоріжжя.
- Безперервний контроль ланцюгів забезпечує ефективність експлуатації всієї установки протягом тривалого часу.
- Розроблена сполучна коробка, в яку вбудовані модулі контролю ланцюгів і необхідні компоненти захисту від перенапруги.
- Комплексне регулювання і візуалізація вимірних значень дозволяє групі компаній «Мотор Січ» підтримувати видобуток енергії в довгостроковій перспективі.

Використовуваний сонячний парк Маяк на 3,5 МВт, підключений до електричної мережі, займає площу понад 10 гектар і виробляє сонячну електрику для більш 1500 жителів селища та котеджних містечок.

Сполучні коробки і модулі контролю ланцюгів із захистом від перенапруги.

Сонячний парк складається з 54 000 кристалічних модулів, які слідує за рухом сонця по одній осі в горизонтальному напрямку.

Структура сонячного парку ділиться на дев'ять сегментів. Кожен сегмент складається з 256 ланцюгів, підключених до двох центральних інверторів за допомогою 16 сполучних коробок (СК). Лічильники постійного струму вимірюють струм і постійна напруга токосбірательних проводів між СКГ и станцією інвертора. Перетворений струм і напруга також вимірюються перед введенням живлення в електромережу на стороні змінного струму.

Важлива вимога замовника полягало в можливості безперервного контролю ланцюгів, щоб забезпечити ефективність експлуатації всієї установки в довгостроковій перспективі.

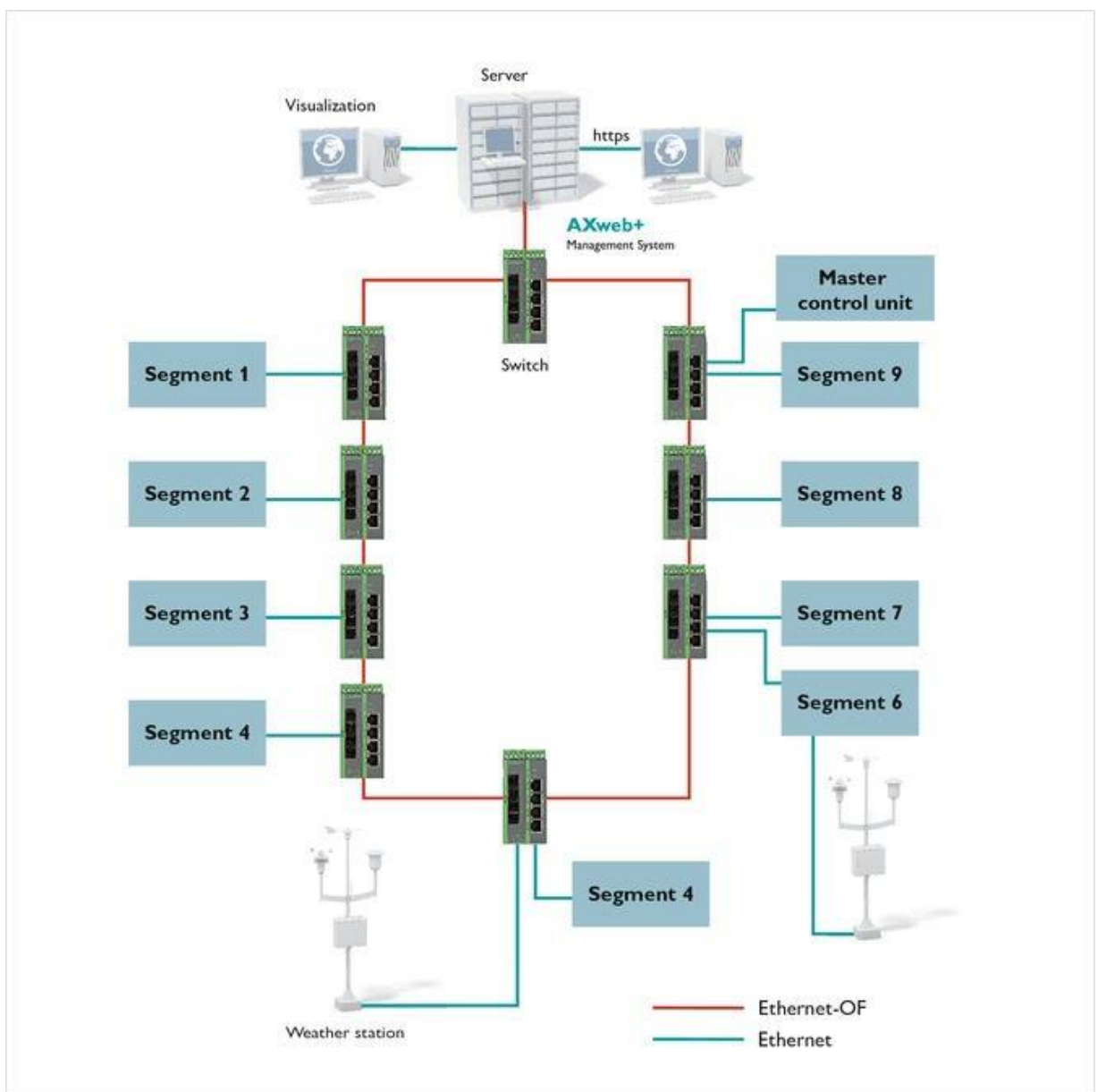


Рисунок 3.1-Топологічна структура сонячного парку

З цієї причини компанія ПАТ «Мотор –Січ» розробила сполучну коробку для 16 ланцюгів, в яку вбудовані модулі контролю ланцюгів серії Solarcheck, а також необхідні компоненти захисту від перенапруг.

Сонячні кабелі приєднуються до кожної сполучної коробки за допомогою зовнішніх штекерних роз'ємів Sunclix. Клеми збору потенціалу забезпечують швидке і компактне підключення окремих ланцюгів. Вимірювальні модулі Solarcheck контролюють струми і напруги в ланцюгах. У тому числі рішення сонячних кабелів включає компоненти для захисту від перенапруги для кабелів постійної напруги і передачі даних.

Мініконтроллер Inline збирає дані ланцюгів, що надаються комунікаційними модулями Solarcheck користувачів парку. Таким способом збиратися дані з модулів стеження, комунікаційних модулів Solarcheck, лічильників постійного і змінного струму, а також інверторів. Крім того, контролер реєструє температуру ФГ-модулів, а також параметри випромінювання, які вимірюються на клемних модулях аналогового введення, та обробляє дані.

Дві метеорологічні станції вимірюють важливі погодні параметри, які передаються на контролер. Цей контролер пересилає дані безпосередньо в систему SCADA, а також в головну систему управління парком, використовуючи протокол PROFINET.

Для візуалізації та моніторингу установки використовується система управління AXweb + Мотор-Січ на базі веб-технологій, яка відображає параметри потужності і погодні дані сонячного парку. Замовник може отримати всю необхідну інформацію по локальній мережі або інтернету, подивившись актуальні дані на сайті, на якому за допомогою засобів візуалізації відображаються отримані результати.

У звіті про помилки реєструються відмови і візуалізуються проблеми, що виникають в процесі зв'язку між окремими користувачами парку. Для отримання точної інформації, обслуговуючому персоналу досить натиснути кнопку миші. У разі несправності можна швидко локалізувати причину і

вжити відповідних заходів. Крім того, сервісний менеджер інформує про несправності по СМС.

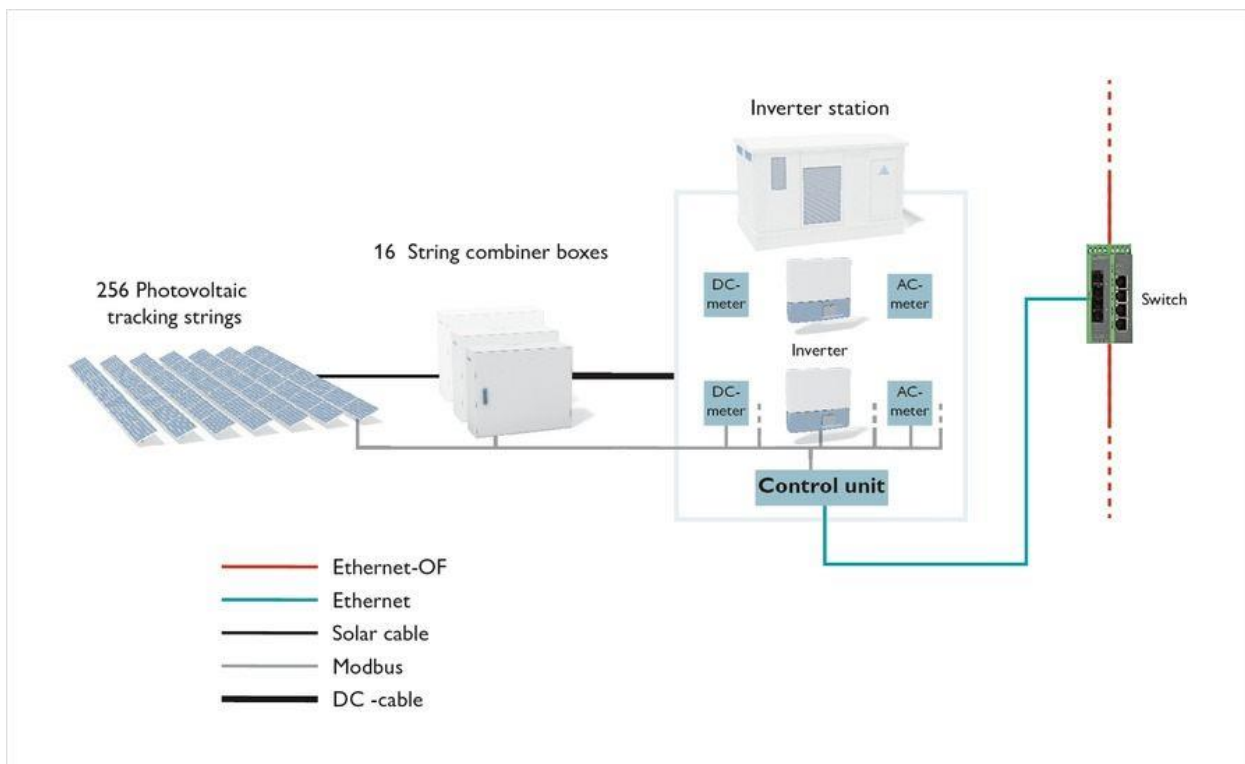


Рисунок 3.2 – Алгоритм роботи системи

Повний регулювання сонячного парку Zuera II на основі системи моніторингу ланцюгів, а також відповідні засоби візуалізації вимірних значень забезпечують Grupo Jorge видобуток енергії в довгостроковій перспективі. Група компаній вибрала компоненти й системи Phoenix Contact завдяки високій якості всього рішення в цілому, а також всебічної підтримки клієнтів. Таким чином фахівці замовника по автоматизації отримали комплексну підтримку в процесі введення в експлуатацію обладнання. Так як всі питання компаній, що беруть участь в монтажних роботах, вирішувалися в оперативному режимі, сонячний парк був підключений до електромережі в призначений термін.

Таблиця 3.1 – Характерні елементи системи.

Опис	Тип
Сполучні коробки генераторів для 32 ланцюгів з запобіжником Inline	SOL-SC1-32-0-FI-VMC-T1-SD1-22
Сполучні коробки генераторів для 16 ланцюгів зі стандартним запобіжником	SOL-SC1-16-0-F-VM-T1-SD1-11
Штекерні з'єднувачі для ФГ-систем	PV-CF-S 6-16 (+)
Штекерні з'єднувачі для ФГ-систем	PV-CM-S 6-16 (-)
Прохідна клема з пружинним затискачем	STU 35/ 4X10
Вимірювальний модуль SCK для моніторингу фотогальванічних установок	SCK-M-I-8S-20A
Комунікаційний модуль SCK для реєстрації до 8 вимірювальних модулів SCK	SCK-C-MODBUS
Контролер Inline	ILC 171 ETH 2TX
Контролер Inline з роз'ємом PROFINET	ILC 350 PN
Керований комутатор Ethernet Lean	FL SWITCH LM 4TX/2FX
Джерело живлення TRIO POWER з регулюванням в первинному ланцюзі для установки на несучу рейку	TRIO-PS/1AC/24DC/10
Клемний модуль цифрового вводу Inline, в комплекті з приладдям	IB IL 24 DI 16-PAC
Функціональна клема Inline RS-485 / -422 для послідовної передачі даних	IB IL RS 485/422-PRO-PA

3.2 Продукти в області моніторингу та контролю компанії

Продукти ПАТ «Мотор Січ» дозволяють перевіряти відповідність режиму роботи установки і таким чином завчасно виявляти і усувати несправності. Професійне енерговимірювальне обладнання, для виявлення потенційних можливостей підвищення енергоефективності.

Переваги системи моніторингу

- Скорочення енергозатрат за рахунок вимірювання енергопотоків, контроль сторонніх джерел енергії та протоколювання параметрів енергоспоживання
- Продукти для сигналізації та індикації від світлодіодного індикатора стану в електрошафі до людино-машинного інтерфейсу надають інформацію в постійному режимі

3.3 Перспективи впровадження енергоефективності

Надійне і постійне енергопостачання ставить перед суспільством нові вимоги. До 2030 року буде спостерігатися зверхпропорційне зростання потреб в електроенергії. Зростаюча вартість електроенергії, дефіцит ресурсів та викиди CO₂ є глобальними чинниками.

Для подолання необхідні нові концепції і системні підходи. Компанія ПАТ «Мотор - Січ» на протязі десятиліть є партнером підприємств в енергетичній галузі, пропонує широкий вибір ефективних продуктів, розроблених спеціально для цього. Переваги продуктів.

- Надійна передача даних без перешкод на великі відстані завдяки оптоволоконної технології
- Довготривалі інвестиції завдяки сумісності продуктів відповідно до МЕК 61850 і мережевими стандартами IEEE

- Проста реалізація високонадійних мереж: модуль резервування PRP забезпечує передачу даних без затримок і втрати пакетів в разі виходу з ладу компонентів мережі.

- Гнучкий онлайн-доступ до системи введення-виведення і заощаджуючи час на введення в експлуатацію завдяки простоті настройки параметрів через веб-інтерфейс. IEC 61850 – стандартизована передача даних для перспективної автоматизації розподільних установок

Розроблений Міжнародною електротехнічною комісією стандарт MEK 61850 регулює процеси передачі даних та інженерного проектування розподільних установок по всьому світу.

Тепер користувач не залежить від конкретного виробника, а кількість варіантів інтерфейсів значно скоротилося. Завдяки використанню технології Ethernet як основи комунікації MEK 61850 можна скоротити кількість механічних елементів, наприклад, штекерів і розеток.

Розроблені спеціально для застосування в розподільних пристроїв модулі сімейства AxioLine F швидко обробляють дані і оснащуються міцними механічними компонентами.

Забезпечується зв'язок за допомогою інтелектуальних підключень по протоколу MMS або швидкому протоколу GOOSE. Модулі вводу-виводу з номінальною напругою до 220 В постійного струму можна використовувати для підключення сигналів від первинних пристроїв безпосередньо.

Завдяки модульності блоків введення-виведення можна дуже просто, гнучко і точно реалізувати інтелектуальний електромеханічний пристрій (IED).

Мережеве обладнання для розподільчих пристроїв. Комутатори Industrial Ethernet для MEK 61850-3 / IEEE 1613.

Спеціально розроблені для застосування в мережах передачі даних з протоколом MEK 61850 пристрою збільшують прохідність і однаковість зв'язку. Модулі резервування PRP забезпечують можливість паралельного мережевого резервування без періоду перемикання в разі несправності і

гарантують високу ступінь готовності мережі. Медиаконвертери з'єднують станції з близькими до первинної технології оптоволоконними мережами MEK 61850.

Кабелі та штекери. Безпечна передача даних є основою експлуатації розподільного пристрою. Особливо в разі помилки, коли все залежить від швидкості, сильні електричні і магнітні поля можуть заважати передачі даних. Важливо використовувати відповідні кабелі, провідники, штекери і розетки на кожній ділянці.



Рисунок 3.4 - Комутатори Industrial Ethernet для МЭК 61850-3/IEEE 1613

3.4 Інноваційне проектування ПАТ «Мотор-Січ»

Розподільні установки для виняткової надійності. Для цього проекту компанія вибрала систему EPLAN 5.40 разом з CLIP PROJECT 4.0. CLIP PROJECT є програмою для швидкого проектування клемних груп. Інтерактивний кольоровий графічний інтерфейс зручний для користувача, а програма CLIP PROJECT Professional дозволяє здійснювати обмін даними з



Рис.3.5 Електричні дроти різної напруги

такими автоматизованими системами, як EPLAN 5.30, EPLAN 5.40 і EPLAN 21.

Модульна структура розподільних пристроїв дозволяє швидко створювати технічно зрілі і економічні рішення відповідно до вимог клієнтів. При цьому підтримуються системні якості міні-клем з пружинним зусиллям ST:

- Компактна конструкція для високої щільності монтажу
- Хмарна шахта моста на всіх типах клем для швидкого і гнучкого розподілу потенціалів

Великий простір підключення для підключення провідників з кабельним наконечником або без нього. Хмарна схема розташування мостів та маркувальних шахт для різних типів клем забезпечують можливість комбінування різних технологій підключення.

За допомогою цих же речей без додаткових витрат можна використовувати наприклад клему з пружинним зусиллям ST-COMBI для

передачі сигналу і енергії. До даної клеми можна під'єднати провідники з номінальним поперечним перерізом 2,5 мм² для напруги до 500 В і струму до 24 А.

3.5 Рішення для вимірювання струму блискавки

□ Вітросилові установки часто піддаються навантаженням внаслідок попадання блискавки. Раніше було складно надати докази фактів ударів блискавок і інформацію про силу.

□ Комплексне рішення LM-S від Мотор-Січ дозволяє з точністю вимірювати і аналізувати параметри ударів блискавок в лопаті вітросилової установки.

□ Постійний дистанційний контроль і зведення даних вимірювань з робочими параметрами вітросилової установки підвищують ефективність прийняття рішень при проведенні профілактичного технічного обслуговування.

Удари блискавок можуть привести до пошкодження лопатей і збоїв в роботі електрообладнання вітросилових установок (ВСУ). Але влучення блискавки часто не може бути безпосередньо розпізнано або зареєстровано.

З цієї причини розрядники завчасно замінюються, оскільки вони можуть витримувати тільки обмежена кількість ударів блискавки. Цей захід вимагає багато часу і витрат. Допомогти може використання системи вимірювання струму блискавки, яка реєструє важливі параметри ударів струму блискавки. За допомогою зібраних відомостей можна прийняти рішення про необхідність заходів контролю і обслуговування. Страхові компанії все частіше вимагають докази того, що в пошкоджену вітросилових установку дійсно вдарила блискавка. Нова система моніторингу блискавок LM-S розпізнає і аналізує всі важливі параметри струму блискавок. Ці дані дозволяють оцінити фактичне навантаження на устаткування.

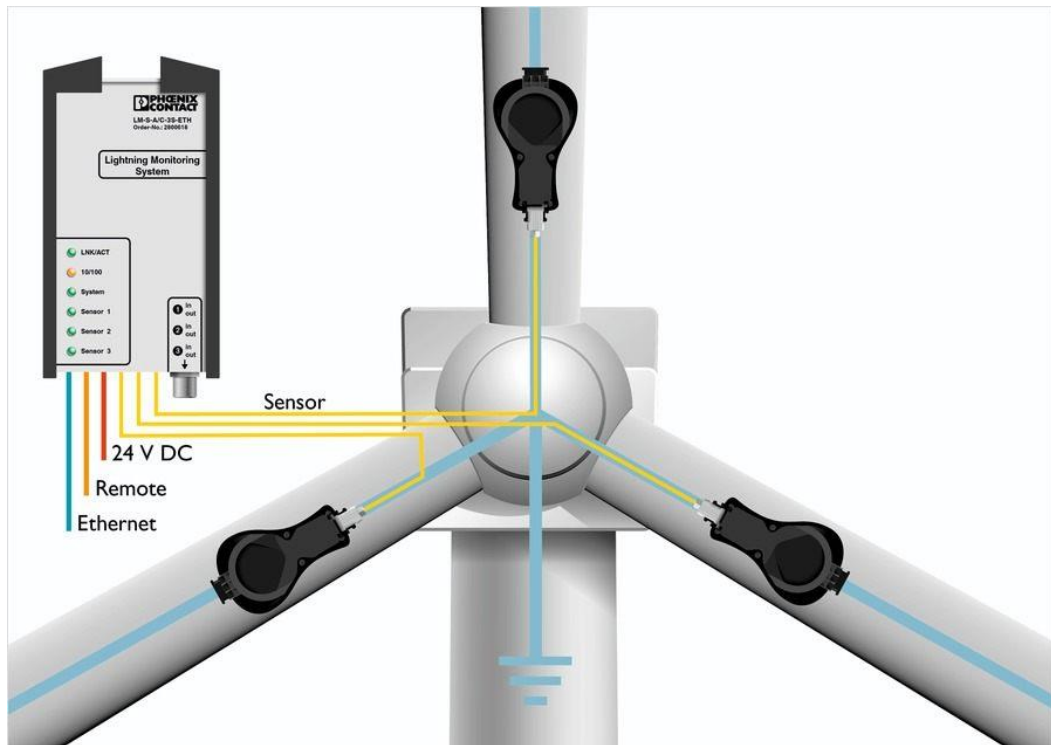


Рисунок 3.5 – Система моніторингу блискавок

Датчики системи вимірювання встановлюють на розрядники. При ударі блискавки під дією імпульсного струму навколо провідника утворюється магнітне поле, яке реєструється датчиками. Система передає результати вимірювань на пристрій обробки даних по оптоволокну. На підставі отриманих значень визначається максимальна сила і крутизна струму блискавки, заряд і специфічна енергія.

Система LM-S може бути приєднана до мережі незалежно за допомогою модему або вбудованого інтерфейсу Ethernet. Інтеграція в існуючу систему управління здійснюється просто шляхом виклику IP-адрес. Для безпосереднього інформування користувача установки про удар блискавки система LM-S може відсилати повідомлення SMS. Через веб-браузер авторизований персонал може переглянути детальну інформацію про удар блискавки. Так користувач завчасно дізнається про стан розрядника і може планувати і проводити роботи з техобслуговування.

- Змістовна діагностика завдяки отриманню докладних даних вимірювань в реальному часі;
- Ефективне прийняття рішень в області технічного обслуговування завдяки дистанційному контролю;
- Простота виведення даних і конфігурації за допомогою інтегрованого веб-сервера;
- Підключення до стандартних мережевих систем через інтерфейс RJ45.

Таблиця. 3.2 - Перелік актуального обладнання

Опис	Тип
Електроживлення	QUINT-PS/1AC/24DC/ 3.5
LM-S	LM-S-A/C-3S-ETH
Датчик	LM-S-LS-H
В наявності монтажні провідники HCS PROFINET, підготовлені на довжину від 10 м до 100 м (BFOC / PPCME)	FOC-PN-HCS-1018/...
Захист від перенапруг ETH	DT-LAN-CAT.6A
Захист від перенапруг 230 В, тип 2	VAL-MS 230/1+1

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

На даному теплоенергетичному проектованому об'єкті (газогенераторна установка) використовуються теплоенергетичні установки, то на організм людини впливають ряд специфічних даній області несприятливих факторів, таких як:

- 1) надлишковий тиск;
- 2) підвищений рівень пожежо-і вибухонебезпеки;
- 3) підвищена температура.

4.1 Основні шкідливі і небезпечні виробничі фактори роботи газогенераторної установки

На газовій установці є судини (двигуни, паропроводи), що працюють під тиском. Для забезпечення безпеки умов експлуатації, двигун і паропроводи забезпечені приладами для вимірювання тиску і температури. На маховику запірної арматури вказано напрямок його обертання при відкриванні або закриванні арматури

Газові трубопроводи мають на підвідній лінії зворотний клапан, що автоматично закривається тиском з посудини.

Кожна установка і самостійну прилади з різним тиском забезпечені манометрами прямої дії. Манометр встановлений на штуцері посудини або трубопроводі між посудиною і запірною арматурою.

Двигун обладнано запобіжними пристроями від підвищення тиску вище допустимого значення, а так же показниками рівня рідини. На кожному показнику рівня рідини відзначені допустимі верхній і нижній рівні. Так як котельне обладнання працює як на природному газі, та й на синтетичному газі, то існує загроза вибуху. Тому, проектування здійснено відповідно до Правил безпеки в газовому господарстві NRS35-004-09-2002. На підвідних газопроводах передбачені електромагнітні клапана, заблоковані з сигналізаторами загазованості. При заповненні газом газопроводи повинні продуватися їм через скидні свічки до витіснення всього повітря, а при

звільненні від газу повинні продуватися повітрям до витіснення всього газу. Ці вимоги зумовлені тим, що при об'ємній концентрації природного газу в повітрі (0,05...0,15) (5...15%) утворюється вибухонебезпечна суміш. З скидних свічок газ викидається в тих місцях, де він не може потрапити в будівлі і де виключена можливість його займання від будь-якого джерела вогню. На газопроводах встановлюється тільки сталева арматура.

В котельні встановлюються блискавковідводи, для виключення можливості удару блискавки в елементи установки (газгольдер, ферментатори), що може привести до виникнення пожежі.

На установці є поверхні, що мають високу температуру (водопроводи, паропроводи, поверхні двигуна, димоходи). Всі ділянки елементів, доступні для обслуговуючого персоналу, покриті тепловою ізоляцією, що забезпечує температуру зовнішньої поверхні не більше 45 °С, при температурі навколишнього середовища не більше 25 °С. Персонал в свою чергу зобов'язаний перед прийомом зміни привести в порядок спецодяг. Рукава і підлоги спецодягу слід застебнути на всі гудзики, волосся прибрати під каску. Забороняється засукувати рукава спецодягу щоб уникнути отримання опіків.

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

Постійний рівень шуму і вібрації зустрічається на насосній станції, де працюють насоси та компресора. Рівень шуму в приміщенні часом досягає 125 дБ.

Шум і вібрація при тривалому впливі на людину в умовах коли рівні перевищують санітарні норми, негативно позначаються на стані здоров'я людини. Тривала дія інтенсивних шумів може викликати приглухуватість, а 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 складає 85 дБ.

Газозварювальні роботи. При веденні газо-електрозварювальних робіт можливе утворення іскор і бризок розплавленого металу. При електрозварюванні існує небезпека ураження людини електричним струмом. Крім того, при зварюванні можливий вплив на людину дрібного пилу і аерозолів, оксидів продуктів згоряння, що може привести до хронічних

отруєнь і поразки центральної нервової системи. ГДК пилу фіброгенної дії 2 мг/м³. ГДК СО = 20 мг/м³.

Електричний струм. Велику небезпеку для людини представляє електричний трифазний струм. Технологічне обладнання станції харчується електричним струмом 220/380 В. Технічні та організаційні заходи захисту здійснюються з урахуванням класу приміщення, напруги та призначення електроустановок.

4.2 Заходи щодо усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Для усунення шкідливих і небезпечних факторів передбачаються дві групи заходів:

- до першої групи відносяться інженерні заходи:

а) відстань між виробничими будівлями і витратними складами становить 30 м;

б) склади мають захисну зону не менше 1000 м від житлових, громадських і виробничих будівель;

в) в приміщенні складів передбачена постійно діюча приточно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням;

г) для обмеження шуму застосовуються звукоізоляційні кабінки (операторські насосних станцій), використовується акустична штукатурка, повсть та інші звукоізоляційні матеріали.

- до другої групи належать організаційні заходи:

а) при вступі на роботу проводиться вступний та первинний інструктаж з техніки безпеки;

б) повторний інструктаж проводиться щокварталу;

в) перевірка знань правил техніки безпеки проводиться не рідше одного разу на рік;

г) проводиться перевірка технічного стану обладнання та споруд за графіком;

д) проводиться щоденний контроль дотримання норм санітарії;

е) систематично проводяться навчання з ліквідації аварій в навчальному порядку.

Роботи, пов'язані зі спуском персоналу в колодязі, камери, ємнісні споруди відносяться до розряду газонебезпечних (вуглекислий газ, аерозолі, чадний газ, сірководень, фенольні гази), тому на їх виконання оформляють наряд - допуск із зазначенням можливих небезпек та заходів захисту. До робіт, пов'язаних зі спуском в колодязі, допускаються бригади, що складаються не менше ніж з трьох осіб, 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 у 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.

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 тепломережі, захищаються і від атмосферної електрики громовідводи.

Джерелами підвищеного шуму в даному проекті є двигуни внутрішнього згорання. За характеристиками двигунів відомо, що рівень звукового тиску на відстані одного метра від двигуна дорівнює, а на відстані одного метра від вихлопу. Допустимий рівень шуму на постійних робочих місцях 85 (не більше). Виходячи з цих даних, можна зробити висновок, що рівень звукового тиску перевищує допустимий, що може несприятливо позначитися на здоров'ї робітника. Тому необхідно вжити заходів щодо зниження шуму, а саме:

- використання звукоізоляції шляхом додатка звукоізолюючого матеріалу;

- застосування шумопоглинаючих екранів для обладнання;

- використання навушників - глушників шуму при обслуговуванні обладнання;

Джерелами вібрації на проектуваному об'єкті так само є двигуни внутрішнього згорання. Для захисту від вібрації передбачено використання віброізоляції між віброуючою машиною і підставою, установка віброгасителів у вигляді еластичних прокладок, пружин, пневматичних демпферів.

В якості індивідуального захисту від вібрацій, що передаються людині через ноги, рекомендується носити взуття на повстяній або товстій гумовій підшві.

При виявленні у працівника ознак професійного захворювання або погіршення стану здоров'я внаслідок впливу шкідливих або небезпечних виробничих факторів роботодавець на підставі медичного висновку повинен перевести його на іншу роботу.

4.3 Виробнича санітарія

Мікроклімат. На об'єкті в холодний період допускається при Іа категорії робіт (високо точних роботах) - температура повітря на постійних робочих місцях – (21...25) °С, на непостійних робочих місцях – (18...26) °С.

При ІІІ категорії робіт (середньої точності) – (13...19) °С на постійних місцях, (12...20) °С на непостійних місцях.

У теплий Період - категорія робіт Іа – (22...28) °С на постійних місцях и (20...30) °С на непостійних місцях, при ІІІ категорії робіт – (15...26) °С на постійних місцях и (13...28) °С на непостійних місцях.

Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 найбільш сприятлива температура робочого середовища для організму людини дорівнює 20 °С, при відносній вологості 60 % і швидкості руху повітря 0,2 м/с. Норми метеорологічних умов для робочих приміщень (з постійним перебуванням співробітників) - температура повітря – (21...25) °С (холодний період) / (22...28) °С (теплий період), вологість (75...55) % (зима-літо), V повітря = (0,1...0,2) м/с.

Вентиляція проектується припливно - витяжна механічна. У виробничій частині - загальнообмінна 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

втяжною установкою, яка обладнана відцентровим вентилятором ЕРЗ № 3 (Q = 20000 м³/год; Н = 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.

Природне та штучне освітлення. Рекомендована освітленість робочих місць вказана в таблиці 4.1.

Крім робочого освітлення установку обладнують аварійним освітленням від джерел живлення, не залежних від загальної електроосвітлювальної мережі.

Освітленість приміщень прийнята не менше 75 лк при постійному спостереженні за ходом виробничого процесу. Розряд зорової роботи - 8а (контроль за ходом освітлення води постійний з періодичним перебуванням людей в приміщенні).

Природне освітлення створюється через віконні та інші засклені прорізи. Коефіцієнт природної освітленості приміщення станції - 0,3 %; на складах - 0,2 %. У темний час доби застосовується електроосвітлення. Для цього прийняті

Таблиця 4.1 - Рекомендована освітленість робочих місць в котельні

Приміщення та обладнання	Номінальна освітленість, лк	
	Лампи розжарювання	Люмінісцентні лампи
Вимірювальні прилади, показники рівня, теплові щити, пульти управління	50	150
Фронт котлів, бункерне, вентиляційне та компресорне відділення, прилади управління	20	75
Приміщення баків, підігрівачів, площадки обслуговування котлів	10	75
Коридори та сходи	5	75

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 і 12 В через знижувальні трансформатори. Проводка виконана:

- У всіх виробничих приміщеннях кабелем АВВГ відкрито з кріпленням скобами;
- В адміністративно-побутових приміщеннях проводом АППВ приховано під штукатуркою.

4.5 Електробезпека

Електропостачання електроприймачів повинно виконуватися від електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю 380/220 В з системою заземлення TN - S або TN - C - S.

На вводі в будівлю повинно бути встановлено один або кілька ВУ або ВРУ.

На ВП, ВРП, ГРЩ апарати захисту повинні встановлюватися на вводах ліній живлення і на всіх лініях

На введенні ліній живлення в ВП, ВРП, ГРЩ слід установлювати апарати керування. На лініях апарати управління можуть бути встановлені або на кожній лінії, або бути спільними для декількох ліній. Автоматичний вимикач необхідно розглядати як апарат захисту і керування. Внутрішні електропроводки слід виконувати з урахуванням таких вимог:

- електроустановки різних організацій, відокремлених в господарському відношенні, і розміщених в одному будинку, можуть бути підключені відгалуженнями до загальної лінії живлення або живитися окремими лініями від ВРП або ГРЩ;

Магістральні та розподільні мережі допускається виконувати кабелями і проводами з алюмінієвими жилами, якщо їх розрахунковий переріз 16 мм² і більше. Харчування окремих електроприймачів, що відносяться до інженерного облаштування будівлі (насоси, вентилятори, калорифери, установки кондиціонування повітря тощо), можуть виконуватися кабелем з алюмінієвими жилами перерізом не менше 2,5 мм².

Таблиця 4.2 Найменш припустимий перетин кабелей та проводів електричних мереж в житлових будівлях

Найменування мереж	Мінімальний перетин кабелей та проводів с медними жилами, мм ²
Групова та розподільча	1,5
Лінії до квартирних щитків и електролічильників	2,5
Магістралі та стояки для живлення квартир и комнат гуртожитків	4

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 6кВ підстанції.

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

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 75 кВт на номінальну напругу 1 кВ. електродвигуни допоміжного обладнання асинхронні короткозамкнені на номінальну напругу 0,4 кВ А02-31-2 потужністю 3 кВт і А02-51-4 потужністю 7,5 кВт.

Проектом передбачено обов'язковий пристрій захисного заземлення корпусів електродвигунів і шаф обладнання з метою запобігання ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом. Існує глухо заземлена нейтраль мережі 220/380В.

4.5 Пожежна безпека

Відповідно до Основних правил пожежної безпеки RTDSE 1.01-2005 [7], на підприємстві розроблені інструкції про заходи пожежної безпеки, в яких вказані для окремих ділянок виробництва заходи щодо протипожежного режиму, граничні показання контрольно-вимірювальних приладів, порядок і норми зберігання вибухо-і пожежонебезпечних речовин. По кожній інструкції призначена відповідальна особа їх числа інженерно-технічних працівників.

Для гасіння пожеж на підприємстві існує пожежна охорона, всі виробничі цехи і приміщення обладнані пожежною сигналізацією. Основними первинними засобами пожежогасіння є:

- вогнегасники повітряно-пінні хімічні ОХВП-10;
- вогнегасники повітряно пінні ОПП-10;
- вогнегасники вуглекислотні ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, ОУ-20;
- вогнегасники порошкові ОПС-6, ОПС-10;
- ящики з піском;
- пожежні щити з інвентарем;
- пожежні водопроводи.

З метою попередження пожеж та створення безпечних умов праці на підприємстві проведені наступні заходи:

- встановлено достатні розриви між будівлями, спорудами, складами, забороняється зберігання горючих матеріалів в розривах між будівлями;
- забезпечені умови для організації евакуації з приміщень у разі виникнення пожежі;
- впроваджена система автоматичного контролю і сигналізації за виникненням вищеперелічених небезпечних факторів.

Профілактичні протипожежні заходи.

За ступенем вогнестійкості всі споруди відносяться до другої групи. За ступенем пожежної небезпеки приміщення відносяться 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. В якості датчиків виявлення пожежі прийнятий ручної кнопковий пожежний сповіщувач ПКІЛ-9 і автоматичний теплової легкоплавкий сповіщувач ДТЛ.

До організаційних заходів належать наступні. Відповідальність за протипожежний стан об'єкта, діляниці покладається на начальника відповідного підрозділу. Кожен робочий несе відповідальність за протипожежний стан свого робочого місця. Адміністрація заздалегідь розробляє план евакуації персоналу на випадок виникнення пожежі та вивіщує 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 та вжити всіх можливих заходів для її ліквідації.

Засоби індивідуального захисту

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

-для захисту органів дихання: респіратор універсальний фільтруючий РУ-60М від впливу шкідливих газів і аерозолів сірководню, парів стічних вод в колодязях.

-для захисту очей - окуляри захисні ЗП 2-84 (пари шкідливих хімічних речовин, при проведенні зварювальних робіт);

-для захисту голови - каска шахтарська пластмасова від механічних пошкоджень.

-для захисту органів слуху - навушники протишумові марки ВЦНІИОТ4а (при рівні шуму до 96-107 дБ-операторська насосної станції);

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

Побутові та допоміжні приміщення

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

Всі побутові приміщення, якими користуються робітники у 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, заввишки 165 см і шириною 32 см.

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

Приміщення для котлів

У будівлі котельні не дозволяється розміщувати побутові та службові приміщення, які не призначені для персоналу котельні, а також майстерні, не призначені для ремонту котельного устаткування.

Рівень підлоги нижнього поверху котельного приміщення не повинен бути нижче планувальної позначки землі, прилеглої будівлі котельні. Вихідні двері з приміщення котельної відкриваються назовні від натискання руки, не мають запорів з котельні і під час роботи котлів не замикаються. Вихідні двері з котельної в службові, побутові, а також допоміжно-виробничі приміщення забезпечуються пружинами і відкриваються у бік котельні.

На вхідних дверях приміщення котельної з зовнішнього боку знаходиться напис про заборону входу в котельню стороннім особам.

Оцінка зниження викидів в навколишнє середовище

В економічно розвинених країнах сенс цієї рівності зрозумілий широкому колу громадян. У країнах же СНД, на жаль, над цією проблемою серйозно замислюються поки тільки фахівці (енергетики, екологи), незважаючи на те, що енергетичні об'єкти в цих державах з екологічної точки зору, найчастіше, є найбільш неблагополучними. У Україні, втім, як і в будь-якій іншій державі СНД, давно існує проблема підвищення екологічної безпеки енергетичних об'єктів. Причому проблема ця стає все гострішою в міру старіння об'єктів енергетики. Сама по собі завдання забезпечення екологічної безпеки з технічної та технологічної точки зору цілком можна вирішити, в проблему її перетворює екологічна сторона справи або, попросту кажучи, відсутність необхідних для цього коштів. Особливо ситуація ця ускладнилася в останні роки. Відновлення нормальних природних умов потребує тривалого часу і чималих зусиль. Тому, чим раніше в цьому напрямку будуть зроблені конкретні і відчутні дії, тим більше шансів у нас і у наших нащадків зупинити і повернути назад небезпечну тенденцію неухильного погіршення екологічної обстановки.

Тому зростання екологічних вимог до підприємств паливно-енергетичної галузі викликає необхідність вирішення багатьох проблем з охорони навколишнього середовища та зниженню шкідливого впливу теплоенергетичного виробництва на природу і людину.

Найбільш небезпечними токсичними котельні є оксиди азоту (N_2O ; NO ; NO_2 ; N_2O_3 ; N_2O_5). Самим високотоксичним є діоксид азоту NO_2 , який в шлейфі димових газів знаходиться в межах 60-80 % від усіх оксидів азоту.

Нагромадження закису азоту N_2O поряд з CO_2 і CH_4 та іншими створюють парниковий ефект, крім того, закис азоту бере участь в реакціях, що призводять до виснаження озонового шару землі, який захищає людину і тваринний світ. Зміст оксидів азоту за даними досліджень визначає токсичність продуктів згоряння вугілля і мазуту на 40-50%, а природного газу на 90-95%.

На проектуваному об'єкті планується знизити викиди в навколишнє середовище шляхом зниження кількості спалюваного природного газу приблизно на 90%. Крім того, утилізація відходів цукрового виробництва, позитивно позначиться на екологічній ситуації в регіоні. На цукрових заводах у великих кількостях виробляється побічний продукт виробництва - буряковий жом. Зазвичай він йде на корм худобі, але якщо поблизу немає фермерських господарств, то він направляється в жомові ями, в яких складається і гниє. Це завдає величезної шкоди екології, так як при гнитті виділяється метан. Як відомо метан є парниковим газом. Якщо ступінь впливу вуглекислого газу на клімат умовно прийняти за одиницю, то парникова активність метану становитиме 23 одиниць.

Розрахунок викидів

Розрахуємо валовий викид оксиду вуглецю при спалюванні природного газу за такою формулою, кг/год :

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot B_2 \cdot 10^{-3}, \quad (4.1)$$

де: C_{CO} - вихід оксиду вуглецю при палінні палива, кг/т;

B_2 - кількість витраченого палива, кг ;

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_n^p, \quad (4.2)$$

де q_3 - втрати теплоти внаслідок хімічної неповноти згоряння палива, %;

Q_n^p - втрати теплоти внаслідок хімічної неповноти згоряння палива, %;

R - коефіцієнт враховує частку втрати теплоти внаслідок хімічної неповноти згоряння палива, обумовлений наявністю в продуктах згоряння оксиду вуглецю (для газу $R = 0,5$);

$$C_{CO} = 1,5 \cdot 0,5 \cdot 33,5 = 22,13 \text{ кг/т.}$$

$$M_{CO} = 22,13 \cdot 10022,6 \cdot 10^{-3} = 221,8 \text{ кг/год.}$$

Визначимо валовий викид оксидів азоту в перерахунку на діоксид азоту, кг/год:

$$M_{NO_2} = B_z \cdot Q_n^p \cdot K_{NO_2} \cdot 10^{-3}, \quad (4.3)$$

де K_{NO_2} - параметр характеризує кількість оксидів азоту, що утворюються на 1 ГДж тепла, кг / ГДж.

$$M_{NO_2} = 10022,6 \cdot 33,5 \cdot 0,11 \cdot 10^{-3} = 36,9$$

Таблиця 4.3 - Викиди шкідливих речовин в атмосферу при спалюванні природного газу

Викид шкідливих речовин в атмосферу		Одиниці виміру
CO	NO ₂	
221,8	36,9	кг/год
7,03	1,17	г/с

Розрахунок плати за викиди проводиться відповідно до нормативів, що затвержені на 2017 рік. Отримані результати занесені до табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Нормативна плата та коефіцієнт небезпеки шкідливих речовин

Найменування	Коефіцієнт небезпеки	Норматив плати, грн/т.
Окис вуглецю	1	83,07
Двуоксид азоту	25	2204,89

Розрахунок плати за забруднення атмосферного повітря, грн:

$$P_i = N \cdot A_i \cdot F_{ri} \quad (4.4)$$

де: N - нормативна плата за викид шкідливих речовин;

A_i - коефіцієнт небезпеки шкідливих речовин;

F_{ri} - кількість викидаються шкідливих речовин, в т.

Розрахунок річної плати за викиди зведений в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 - Розрахунок річної плати за забруднення

Назва	F_{ri}	$N \cdot A_i$	P_i , грн
Двуоксид азоту	36,9	2204,89·25=55122,2	2034011,025
Окис вуглецю	221,8	83,07·1=83,07	18424,92
Всього			2052435,945

Так як після введення в експлуатацію біогазового заводу кількість спалюваного природного газу скоротиться на 90 %, викиди так само скоротяться на 90%. У грошовому вираженні вийде, грн/рік:

$$P_i \cdot 0,9 = 2052435,945 \cdot (1 - 0,9) = 202543,59 \quad (4.5)$$

5 ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.

Автономна система теплопостачання відрізняється від традиційної системи теплофікації тим, що здійснюється спільне виробництво електроенергії і теплоти не тільки на районній котельні, на ряді локальних біологічних реакторів, об'єднаних в єдину систему. Ідея поєднання різних типів систем полягає в тому, щоб максимально поліпшити ефективність роботи як районної котельні, так і місцевих міні-тец. Це досягається тим, що районні ТЕЦ цілий рік покривають навантаження гарячого водопостачання (частка якої в загальному тепловому навантаженні досягає 40% і вище). В результаті нагрівання мережної води здійснюється до температури 80-90 °С, що дозволяє значно збільшити кількість води, що нагрівається добірним паром низького тиску і тим самим збільшує теплофікаційне вироблення електроенергії на ТЕЦ. Локальні установки працюють тільки в зимовий період часу і покривають опалювальне навантаження за рахунок утилізації димових газів, або за рахунок теплоти ґрунту чи сонячної інсоляції. Таким чином збільшується сумарний відпуск теплоти в системі при відповідному розрахунку економії палива. У комбінованих системах теплопостачання істотно поліпшуються температурні і гідравлічні режими роботи тепломережі, тому що тиск мережної води може бути знижено. Очевидно, що і теплові втрати при транспорті теплоти будуть знижені. Досягається системна економія палива від застосування комбінованої системи теплопостачання, яка залежить від графіка теплових навантажень (тобто кліматичних умов району), типу турбін районної ТЕЦ, оптимального розподілу теплових навантажень між котельнями, схеми і складу устаткування виробництва. Цьому відповідає і оптимальне значення граничного нагріву мережної води на районній котельні. Оптимальне рішення в кожному конкретному випадку має визначатися техніко-економічними розрахунками.

Найважливішим фактором економічної ефективності комбінованих систем є підвищення надійності теплопостачання споживачів, також виключення відмов функціонування систем, що відповідають 1 рангу відмов з пониженням температури усередині опалювальних приміщень до 0°C в найхолодніший період часу опалювального сезону. Базовим варіантом комбінованої системи теплопостачання є наступна структура: на районній котельні з газовими котлами (або конденсаційними ТЕС) здійснюється нагрів мережної води до $85-90^{\circ}\text{C}$ з добірним паром низьких параметрів; на локальних пристроях встановлюються утилізаційні ГТУ в кількості, що залежить від величини опалювального навантаження. Наявні пікові котли в центрах теплового навантаження повинні переобладнуватися в котли-утилізатори ГТУ, здатних здійснювати догрів мережної води. Економія палива в системі і загальна ефективність комбінованих систем теплопостачання повинна визначатися шляхом порівняння даного способу з покриттям додаткового навантаження за рахунок будівництва опалювальних котелень. Так, якщо до переходу районної котельні в режим роботи комбінованої системи відпуску теплоти становить величину i за рахунок пікових і районних котелень, то при необхідності збільшення загального відпуску теплоти на $Q_{рiч}$ і при відсутності пристроїв довелося б збільшувати відпуск Δ теплоти від районних котелень на цю величину. При цьому пікові котли районної ТЕЦ можуть бути переведені до складу системного резерву. Таким чином додаткове теплове навантаження покривається частково за рахунок відбору пари на ТЕЦ і частково за рахунок утилізації вихлопних газів ГТУ міні-тец.

Економія палива в системі за рахунок використання комбінованої системи теплопостачання визначається наступними факторами:

- 1) економією за рахунок збільшення питомого вироблення електроенергії на ТЕЦ внаслідок зниження тиску добірного пара в зимовий період:

$$\Delta B_{ек} = \frac{\Delta Q_{m\phi}^6}{Q_{н}^p} (y_{э}^{н'} - y_{э}^6) - \Delta B_{ск}, \quad (5.1)$$

де $Q_{тф}^e$ - зменшення річного відпуску теплоти на котельні, що покривається паром високого тиску;

$Y_{э}^н, Y_{э}^6$ - питоме вироблення електроенергії на ТЕЦ, що припадають на одиницю теплоти добірного пара нижнього відбору і відключаються верхні відбори турбін;

$\Delta B_{сн}$ - додаткова витрата палива на вироблення електроенергії для приводу мережевих насосів в зв'язку з ростом витрат мережної води;

2) економія від збільшення теплофікаційного вироблення електроенергії на ТЕЦ внаслідок збільшення витрати мережної води, пропорційної загальній витраті теплового навантаження:

$$\Delta B_{ек} = \frac{Q_m}{Q_{срри}} \cdot \Delta B_{ком}, \quad (5.2)$$

3) економія від теплофікаційного вироблення електроенергії на локальній установці за рахунок використання теплоти димових газів ГТУ:

$$\Delta B_{ек} = \frac{Q_{m\phi}^{мм}}{Q_{н}^p} \cdot Y_{ет} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{э}} - \frac{1}{K_{ит}^{мм}} \right), \quad (5.3)$$

де $Q_{тф}^{MT}$ - річне теплофікаційне вироблення теплоти на міні-тец з урахуванням зменшення річної кількості теплоти, що відпускається від пікових джерел;

$y_{э}^{MT}$ - питоме вироблення електроенергії на тепловому споживанні в утилізаційних ГТУ міні-тец;

$\kappa_{ит}^{MT}$ - коефіцієнт використання теплоти палива в теплофікаційному потоці міні-тец.

4) економія від використання сонячних колекторів для покриття безповоротних втрат тепла під час опалювального сезону;

5) економія від використання тепла ґрунтових вод та навколишнього повітря за рахунок встановлення теплового насосу на опалення та охолодження;

6) комбінація вищеназваних методів для використання низько потенційного тепла та зменшення навантаження на газогенераторні турбіни.

Разом з тим, при роботі міні- котелень можлива і перевитрата палива в системі. Роздільне вироблення електроенергії в утилізаційних ГТУ. Величина перевитрати палива складе:

$$\Delta B_n = \frac{E_{вир}^{MT} \cdot (1 - \varphi_{ггг})}{Q_{ггг}^p} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{ггг}^{MT}} - \frac{1}{\eta_{ггг}^{КЕС}} \right), \quad (5.4)$$

де $E_{вир}^{MT}$ - річний виробіток електроенергії на хвилину на міні-тец.

$\varphi_{ггг}$ - середньорічна ступінь використання теплоти відхідних газів ГТУ в котлах-утилізаторах;

$\eta_{ггг}^{MT}$ - середньорічний електричний ККД ГТУ;

$\eta_{ггг}^{КЕС}$ - електричний ККД КЕС.

Загальна річна економія палива в системі від застосування комбінованої системи теплопостачання складе:

$$\Delta B_{ек} = \Delta B_{ек} \setminus + \Delta B_{ек} \setminus \setminus + \Delta B_{ек} \setminus \setminus \setminus - \Delta B_n. \quad (5.5)$$

Створення комбінованих систем теплопостачання супроводжується відповідними капітальними вкладеннями в створення децентралізованих джерел. Тому загальна економічна ефективність повинна визначатися з урахуванням капітальних вкладень в порівнювані варіанти, оцінки впливу

роботи децентралізованих джерел на навколишнє середовище, забезпечення надійності теплопостачання у відповідність з розрахунковими положеннями роботи.

5.1. Паливна ефективність комбінованих систем теплопостачання

Для визначення сумарної економії палива в системах теплопостачання розглянемо такі можливі теплофікаційні системи:

1. Традиційна двотрубна схема теплопостачання від районної котельні.
2. Двотрубна система теплопостачання від газогенераторної станції з догрівом прямої мережевої води на сонячному колекторі.
3. Однотрубна система теплопостачання від локальної установки.
4. Однотрубна система від ТЕЦ і покриттям опалювального навантаження від сонячного колектору.
5. Однотрубна система від локальної ТЕЦ і покриттям опалювального навантаження від квартальних тепло насосних станцій.
6. Однотрубна система від біогазової установки і покриттям опалювального навантаження від тепло насосної станції.

5.2 Розрахунок витрати палива в двотрубній схемі з догрівом прямої мережевої води на сонячному колекторі

За даними приймається оптимальне значення температури мережевої 90°C при розрахунковій температурі води, що відпускається від котельні, $t_{сп}$ зовнішнього повітря для опалення. При прийнятому температурному графіку 130/70°C визначається коефіцієнт теплофікації:

$$\alpha_T = \frac{t_{сп} - t_{об}}{t_{пр} - t_{об}} = \frac{90 - 60}{130 - 60} \approx 0,4 \quad (5.6)$$

з урахуванням якого будуються графіки теплового навантаження за тривалістю і температурний графік.

Теплове навантаження, що покривається від газогенераторної станції, визначиться:

$$Q_{MT} = Q_{\Sigma} - Q_{СП} \quad (5.7)$$

Q_{Σ} - сумарна теплота, що відпускається споживачу, МВт;

$Q_{СП}$ - теплота, що віддається від мережєвих підігрівачів, МВт.

Теплота, віддана від станції, розділяється на теплоту від утилізації відхідних газів з ГТУ і на теплоту допалювання додаткового палива в допалювальному пристрої.

$$Q_{MT} = Q_{УТ} + Q_{ДЖ} \quad (5.8)$$

Утилізована теплота димових газів ГТУ визначається як

$$Q_{УТ} = \alpha_{MT} \times Q_{MT} \quad (5.9)$$

α_{MT} - коефіцієнт теплофікації пристрою.

Одинична теплова потужність однієї установки визначиться:

$$Q_{УТ}^{1MT} = Q_{УТ} / n, \quad (5.10)$$

де n - кількість установок;

$Q_{УТ}$ - сумарна кількість утилізуємої теплоти, МВт.

Видно, що на міні-котельні необхідно встановлювати не менше 3-х агрегатів газових турбін з котлом-утилізатором, забезпечуючих допалювальним пристроєм (ДП), за умовами надійності тепlopостачання споживачів. Потужність однієї міні-котельні визначиться:

$$N_{\text{э}}^{\text{I}''} = y_{\text{э}} \times Q_{-\text{г}}^{\text{I}''} \quad (5.11)$$

де $y_{\text{э}}$ – 0,5 - 0,7 - коефіцієнт вироблення електроенергії на тепловому споживанні.

Одинична потужність однієї ГТУ:

$$N_{\text{э}}^{\text{I}''\text{ГТУ}} = N_{\text{э}}^{\text{I}''\text{МТ}} / n_{\text{агр}} \quad (5.12)$$

де $n_{\text{агр}}$ - число ГТУ на одній міні-тец. Теплота вироблена в допалювальному пристрої, $\Sigma Q_{\text{дж}}$ визначається за графіком теплових навантажень. За річним графіком теплоспоживання необхідно підтримувати $Q_{\text{сп}} = \text{const}$, тоді температура на виході з мережевого підігрівача знаходиться за формулою:

$$t_{\text{сп},i} = \frac{Q_{\text{сп}}}{G_{\text{св},i}^{\text{п}} \cdot C_{\text{р}}} + t_{\text{ос}} \quad (5.13)$$

Оскільки дана схема є модернізацією традиційної схеми тепlopостачання, то витрати води в прямій і зворотній магістралі однакові при.

5.3 Витрата палива в схемі з однотрубною транзитною і двотрубною розподільною мережі

В даній схемі гаряча вода подається від сонячного колектору в район тепlopостачання по однотрубній транзитній магістралі. Витрата води в магістралі дорівнює середньодобовій витраті на гаряче водопостачання. В районі працює двотрубна розподільна тепла мережа. Циркуляція води здійснюється циркуляційним насосом.

При розрахунковій температурі зовнішнього повітря, температура води в прямому трубопроводі $t_{пр} = 180^{\circ}\text{C}$. Основні витрати палива відбуваються в піковій заводській котельні, яка покриває опалювальне навантаження в зимовий період. Оскільки вода з транзитної магістралі змішується з водою зі зворотної магістралі, то температура суміші перед входом в ПРК визначається:

$$G_{ГВ} \left(t_{ПВК}^{ТЭЦ} - \Delta t \right) + G_{СВ}^0 \cdot t_{OC} = \left(G_{ГВ} + G_{ГВ}^0 \right) \cdot t_{СП} \quad (5.14)$$

де Δt - втрати температури в магістралі, $^{\circ}\text{C}$.

Теплота, вироблена на ПРК, визначається:

$$Q_{ПРК} = G_{СВ}^П \cdot C_p \cdot \left(t_{ПС} - t_{СП} \right). \quad (5.15)$$

5.4 Витрата палива в однотрубній системі теплопостачання

Від локальної ТЕЦ і покриттям теплових навантажень від газогенераторної станції.

При наявності заміської ТЕЦ відбувається прийом станції з 3 конденсаційними турбінами. Вибір кількості ГТУ і їх характеристик проводиться за формулами 3.17-3.20.

Витрата палива на ТЕЦ проводиться з урахуванням реконструкції турбін. Після реконструкції конденсатори виконують роль мережевих підігрівачів. Для підвищення температури пари, що йде в конденсатор, останній ступінь турбіни демонтується і замінюється фальшвалом. Конденсатори турбін з'єднуються послідовно по мережевій воді. Тиск пара в конденсаторі на номінальному режимі $p_k = 0,004$ МПа. За заводським

характеристикам будується процес розширення пари в турбіні і визначається витрата пара в конденсатор:

$$D_k = D_o - \sum D_{от}. \quad (5.16)$$

Температура мережевої води з конденсатора визначається як:

$$t_{\text{ВЫХ}}^k = t_{\text{ВХ}}^k + \frac{D_k (h_k - h') \cdot \eta_{\text{П}}}{G_{\text{СВ}}^{\text{П}} \cdot C_p} \quad (5.17)$$

Прийнято наступний режим роботи турбін: 2 турбіни працюють з номінальним пропуском пара в голову турбіни. Температура на виході з першого конденсатора $t_{\text{ВХ}} = 28,32^{\circ}\text{C}$ з другого $t_{\text{ВХ}} = 53,64^{\circ}\text{C}$, третя турбіна працює зі зниженою витратою пара і $D_k = 19,26 \text{ кг / с}$, $t_{\text{ВХ}} = 66,15^{\circ}\text{C}$.

5.5 Витрата палива в схемі с газогенераторним пристроєм на опалення

На відміну від газотурбінної установки, газогенераторний пристрій споживає всі види промислових та побутових відходів. Для умов ПАТ ЗТР, де в наявності є цех підготовки виробництва, постійним вторинним ресурсом є тара, ПЕТ, паперова, дерев'яна та іноді глиняна. При споживанні 10 кг/годину пристрій УГК-30 виробляє близько 3 м³ газогенераторного газу. У котельних передбачена заміна природного газу (повна або часткова) на генераторний.

Термін окупності проектів не перевищує 1-2 роки.

Перевагами даної технології є:

1. вироблення дешевого генераторного газу;
2. відсутність магістральних і локальних транспортуючих трубопроводів, витрат на транспортування газу;

3. звільнення земельних ділянок від інфраструктури газопроводів;
4. утилізація шкідливих відходів;
5. екологічно безпечна технологія на основі відновлюваних джерел енергії;
6. Можливе отримання попутної (безкоштовної) енергії у вигляді гарячої води. При її використанні для технічних цілей, в тому числі опалення, додаткова економія становить 30%.
Вартість установки 78000 грн.

5.6 Витрата палива в схемі с сонячним колектором на опалення

В даній схемі гаряча вода виробляється на самому підприємству в кількості, потрібній для співробітників. Конструкція будівлі дозволяє встановити на дах біля 1200 модулів, площею 1,2 м².

Таким чином, частину модулів (320 м²) можна використати на ГВП виробництва, частина (550 м²) на локальне опалення будівлі, а іншу частину, при бажанні можна застосувати для потреб комерційних (320 м²).

Вартість проекту на ГВП JX-SPC-100 (загальна площа 550м², площа модуля 1,6 м²) дорівнюється – 240,5 у.о., = 6493,5 грн , включаючи витрати на логістику, монтаж та наладку. Загальна вартість 2227500 грн (82500 у.о.).

Вартість проекту на опалення SolarX SXQG-150L-15/02 (загальна площа 550 м², площа модуля 1,62 м²) дорівнюється – 145,77 у.о., = 3936 грн , включаючи витрати на логістику, монтаж та наладку. Загальна вартість 2164684,5 грн (80173 у.о.).

Вартість проекту для комерції Atmosfera SPK F2M (загальна площа 320 м², площа модуля 1,2 м²) дорівнюється – 179 у.о., = 4835 грн , включаючи витрати на логістику, монтаж та наладку. Загальна вартість 1547200 грн (57303 у.о.).

5.7 Витрата палива в схемі з тепловим насосом на опалення будинку

В даній схемі опалення буде здійснюватися від теплового насосу компанії Mitsubishi у кількості 42 модулів.

Вартість одного модулю дорівнюється 2660 у.о. з витратами на логістику (25% від вартості), монтаж (15%) та наладку режимів роботи (15%). Всього сумарна кошторисна вартість обладнання приміщення складе 184828 у.о., або 5212149,6 грн.

За переліком каталогів та пріоритетною пропозицією оберемо PEA-RP250GAQ,

Холодопотужність, кВт - 22,0 (11,2-28,0)

Теплопродуктивність, кВт - 27,0 (12,5-31,5)

Споживаєма енергія, кВт - 1,10

Витрата повітря (низк-вис), м³/год - 3840-4800;

Рівень шуму (низк-вис), дБ(А) - 49-52;

Статичний тиск, Па – 150;

Вага, кг – 77,0.

5.8 Обмеження втілення біогазових технологій

Завдяки біогазовій установці можна отримати максимум користі від сміття, від якого все одно довелося б позбавлятися. Ця утилізація менш небезпечна для навколишнього середовища, ніж закопування відходів.

При веденні сільського господарства сировина з'являється постійно. Відносна невелика кількість CO₂ дозволяє отримувати звалищний газ. При отриманні газу навколишнє середовище не забруднюється, а ось при його використанні в атмосферу виділяється невелика кількість двоокису вуглецю. Воно не небезпечно і не здатне критично змінити екологію, тому що його поглинають рослини в процесі росту. При згорянні біогазу в атмосферу

потрапляє невелика кількість сірки. Це негативне явище, проте його масштаби пізнаються в порівнянні: при спалюванні природного газу забруднення навколишнього середовища оксидами сірки набагато більше. Виробництво біогазу більш стабільно, ніж робота сонячних батарей або вітряків. Біогазові установки залежать від діяльності людини. Можна використовувати декілька установок. Щоб знизити потенційний збиток в разі аварії, можна розосередити по ділянці кілька біогазових установок. Якщо правильно спроектувати і зібрати систему з кількох ферментаторів, вона буде працювати стабільніше, ніж один великий біореактор. Для отримання біомаси висаджують деякі види рослин. Можна вибрати такі, які покращують стан ґрунту. Наприклад, сорго знижує ерозію ґрунту, поліпшує її якість. У біогаза є і недоліки. Хоча це відносно чисте паливо, воно все ж забруднює атмосферу. Також можуть виникати проблеми з поставками рослинної біомаси. Безвідповідальні власники установок нерідко заготовляють її так, що виснажують землю і порушують екологічний баланс.

Експлуатаційні витрати – 21 тонн відходів на добу на нормальну роботу установки. Вартість коливається від 50000 грн до 1500000 грн, залежить від потужності. Собівартість виробництва звалищного газу коливається від 15грн до 0,25 грн за 1 м³ газу, від обсягу обладнання.

5.9 Економічна ефективність міні-ТЕЦ на базі утилізаційних ГТУ в складі комбінованих систем теплопостачання

Найбільша паливна ефективність досягається в комбінованих системах теплопостачання (табл. 3.1). Економічна ж ефективність визначається цілою низкою чинників, головними з яких є розмір інвестицій в створення децентралізованих джерел теплопостачання (утилізаційні ГТУ, ДВС, котельні, сонячні концентратори, теплові помпи, газогенератори і т.п.), умови фінансування будівництва міні-котелень, вид використовуваного палива, кількість обслуговуючого персоналу, витрати на операційну

діяльність котелень, вплив міні-ТЕЦ на стан навколишнього середовища, методи і засоби забезпечення надійності теплопостачання, режими роботи пристроїв, кліматичні умови і т.д.

В основу визначення економічної ефективності локальних пристроїв на базі утилізаційних ГТУ покладена методологія проектного аналізу, основні положення якої і критерії оцінки ефективності одержуваних рішень.

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

№ п/п	Назва енергозберігаючого захода	Капіталовкладення	Експлуатаційні витрати	Прибуток	Строк окупності	Пріоритет
1	Газогенераторна станція	78000			0,113	1
2	Сонячна електростанція	5939545		1431150	2,49	3
3	Теплонасосна	5212149,6			3,94	4
4	Утеплення стін	820764			0,057	2
5	Інфрачервоні обігрівачі UFO	182540,0			0,138	3
6	Гібридна система теплопостачання	6838309		3577875	3,84	4

В якості міні-ТЕЦ розглянуто джерело децентралізованого теплопостачання на основі утилізаційних ГТУ з конверсійними авіадвигунами типу ТВЗ -137 Запорізького АТ "Мотор-січ". Міні-ТЕЦ включає три агрегати, оснащених котлами-утилізаторами з допалювальними пристроями, загальною потужністю 28,5 МВт і тепловою потужністю 39 МВт. Міні-ТЕЦ покриває опалювальне навантаження району. Видача електричної потужності здійснюється з шин станції напрузі 10,5кВ з подальшим підвищенням напруги до 35кВ. Розрахункова теплове

навантаження 45 МВт покривається за рахунок утилізації теплоти вихлопних газів ГТУ, навантаження покривається за рахунок допалювання палива в газовому середовищі.

У зв'язку з тим, що тривалість опалювального сезону для умов м. Запоріжжя становить 4650 годин, то ступінь утилізації теплоти відхідних газів досить висока. Прийнято наступні характеристики енергоагрегату ТВЗ-137 при проектній температурі зовнішнього повітря + 15⁰С:

- електрична потужність - 9,5МВт;
- тиск паливного газу - 2,5 МПа;
- витрата продуктів згоряння після ГТУ - 40,1кг/с;
- температура вихлопних газів - 477⁰С;
- теплова потужність при температурі відхідних газів 120⁰С - 15,6МВт.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено теплотехнічну схему комбінованих теплопостачальних систем, що включають районні котельні, що покривають теплове навантаження гарячого водопостачання, і газогенераторні комплекси на базі утилізаційних установок, що покривають опалювальне навантаження, враховуючи режимні та кліматичні умови роботи системи, умови фінансування та інвестиційні витрати створення комбінованих систем, а також вимоги по надійності теплопостачання споживачів.

2. Запропоновано теоретичні положення розрахунку показників системної теплової та паливної ефективності комбінованих теплопостачальних систем. По з рівнянню з традиційними комбіновані системи забезпечують 23% річної економії палива за рахунок забезпечення найбільш ефективних режимів роботи як районних, так і міні-котелень.

3. Запропоновано використання сонячного опромінення за допомогою колекторів 2 типів, фотовольтаїчного на ГВП.

4. Досліджено різні види суміші пелет та трісок для безпечного спалювання в генераторних станціях для опалення комплексу.

5. Визначено економічну ефективність міні-ТЕЦ на базі агрегатів ТВЗ -137 в складі комбінованих систем теплопостачання. Виявлено вплив основних факторів.

6. Доведено доцільність утеплення поліуретаном стін комплексу.

7. Запропоновано заходи енергозбереження для комплексу з термінами окупності від 0,057 до 3,94 року. Нормативний коефіцієнт економічної доцільності складає 6 років.

ЛІТЕРАТУРА

1. Экономия электроэнергии в промышленности : справочник / Ю.В. Копытов, Б.А. Цуланов. – М. : Энергия, 1982. – 123 с.
2. Справочник по электропотреблению в промышленности ; под общей ред. Г.П. Минаева, Ю.В. Копытова. – М. : Энергия, 1978.
3. Справочник теплоэнергетика предприятий цветной металлургии ; под ред. О.Н. Багрова, З.Л. Берлина. – М. : Металлургия, 1982. – 456 с.
4. Металлургическая теплотехника, т.2 ; под ред. М.А. Глинкова. – М. : Металлургия, 1984. – 520 с.
5. Справочная книга по светотехнике ; под ред. Ю.Б. Айзенберга. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 628 с.
6. Энергосбережение в зданиях. Нормы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению. НГСН 2.01–99. – М.,1999.
7. Маляренко В.А. Энергосбережение и энергетический аудит : учебное пособие / В.А. Маляренко, И.А. Немировский ; под ред. В.А. Маляренко. – Х. : ХНАГХ, 2008. – 253 с.
8. Копытов Ю.В. Экономия электроэнергии в промышленности : справочник / Ю.В. Копытов, Б.А. Цуланов. – М. : Энергия, 1982. – 123 с.
9. Методика визначення неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів. Затв. Наказом Держкоменергозбереження від 26.10.2001 р. за № 113 та від 27.11.2001 р. № 123, 2001 р. – 91 с.
10. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры // В.М. Черкасский. – М. : Энергоиздат, 1984. – 216 с.
11. Теплотехнический справочник : у 2 т ; под общ. ред. В.Н. Юренева, П.Д. Лебедева. –М. : Энергия, 1975.
12. Від виробництва до ефективного використання енергії : посібник для вчителів ; під заг. ред. А.В. Праховника. – К., 1999.
13. Энергетический менеджмент ; под общ. ред. А.В. Праховника. – К. : МОНУ, НТУ «КПИ», ИЭЭ, 2001.

14. Черняев А.В. Основы теплотехники и гидравлики / А.В. Черняев, И.К. Бессребников. – М. ; Л. : Энергия, 1982. – 436 с.
15. Лукницкий В.В. Тепловые электрические станции промышленных предприятий / В.В. Лукницкий. – М. : Л. : Энергоиздат, 1953. – 472 с.
16. Фаворский Б.С. Охладители циркуляционной воды тепловых электростанций / Б.С. Фаворский, В.Б. Фаворский. – Л. : Энергия, 1972. – 112 с.
17. Щекин И.Р. Повышение энергетической эффективности вентиляционно–отопительных систем / И.Р. Щекин. – Х. : Форт, 2003.
18. Маляренко В.А. Основи теплофізики будівель та енергозбереження : підручник / В.А. Маляренко. – Х. : САГА, 2006. – 484 с.
19. Методические указания по расчету удельных норм расхода тепловой энергии на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. – К., 1998. – 856 с.
20. Украина, энергосбережение в зданиях. – ЕС – Energy Centre. – Kiev, 1999.
21. Герасимов И.Е. Справочник инженера по пуску, наладке и эксплуатации котельных установок / И.Е. Герасимов. – К. : Техніка, 1986. – 335 с.
22. Бузников Е.Ф. Производственные и отопительные котельные / Е.Ф. Бузников, К.Ф. Роддатис, Э.Я. Берзиньш. – М. : Энергоатомиздат 1984. – 232 с.
23. EURIMA: «Thermal insulation standards in housing in Europe». – 91 с.
24. Энергоаудит. Tasis. Центр подготовки энергоменеджеров. – К., EUC9701/M/1.
25. Маляренко В.А. Технічна теплофізика споруд : навчальний посібник / В.А. Маляренко, О.І. Макєєв. – Х. : ХНАМГ, 2007. – 278 с.
26. Энергетична стратегія України на період до 2030 р. та дальшу перспективу (основні положення) / Міністерство палива та енергетики України, Національна академія наук України. – К., 2005.
27. Энергетический менеджмент / А.В. Праховник, А.И. Соловей, В.В. Прокопенко и др. – К. : ИЭЭ НТУ «КПИ», 2001. – 472 с.

- 28 Энергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств : Державний стандарт України ДСТУ 4713-2007. – Введ. 01.07.07. – К., 2007.
- 29 Промышленность Украины: путь к энергетической эффективности. ЕС-Energy Centre Kiev, Ukraine. TACIS – Programme. Printed in Denmark 1995 by DanPost Grafic, 199 p.
- 30 Варламов Г.Б. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії : підручник для вузів / Г.Б. Варламов, Г.М. Любчик, В.А. Маляренко. – К. : Політехніка, 2003. – 232 с.
- 31 Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж . Твайделл, А. Уэйк. – М. : Энергоатомиздат, 1990.
- 32 Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы. – К. : Наук. думка, 1999. – 320 с.
- 33 Преображенський В.П. Теплотехнічні вимірювання та прилади. М: Енергія, 1978. - С.245-260.
- 34 Плискін Г.І. Метод технічної діагностики утворення відкладень на тепло передаючої поверхні котлів і конденсаторів турбін// Теплоенергетика, 1990 №2, с.34-36.
- 35 Царик Д.Ф. Методика визначення товщини шару накипу// Водопостачання та санітарнотехніка. - 1990. - №7. - С.9-10.
- 36 Six J., Conant R.T., Paul E.A., Paustian K. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils // Plant and Soil. 2002. V. 241. P. 155-176.
- 37 Asano, T (ed.) (1998) Wastewater Reclamation and Reuse, Water Quality Management Library, CRC Press, Boca Raton,
- 38 Bruvold, W. H. (1972) Public Attitude toward Reuse of Reclaimed Water, Contribution No. 137, University of California Water Resources Center, Los Angeles.
- 39 Bruvold, W. H. (1981) “Community Evaluation of Adopted Uses of Reclaimed Water,” Water Resour. Res., 17, 3, 487–490.

- 40 Mandryk O.M., Arkhipova L.M. Adamenko Ya.O. The concept of creation of Dnister scientific training and industrial modeling flood polygon. // 2nd International Conference "Alpine-Petrol 2012" on "Geology, Ecology and Petroleum Perspectives of the Carpathians and other Alpine regions in Europe" 25th- 28th September, 2012 Krakow – Poland p. 85-86.
- 41 Шарков И.Н. Концепция воспроизводства гумуса в почвах // Агрохимия. № 12. С. 21-27.
- 42 Лазарев В.И., Холодов В.А. Динамика содержания органического углерода в типичном черноземе в условиях длительного полевого опыта // Агрохимия. 2011. № 12. С. 37-44.
- 43 Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия /Е.Н. Мишустин – М.: Наука, 1972. –343 с.
- 44 Моніторинг довкілля. Підручник. // Боголюбов В.М., Адаменко О.М., Клименко М.О., Мокін В.Б., Сафронов Т.А., Горева А.І., Прилипко В.А., Полетаєва Л.М., Картавцев О.М. / Рекоменд. МОНУ як підручник для студентів ВНЗ Київ: Вид-во Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування Укр., 2010. – 162 с.
- 45 Соловьев И.Н. Режим влажности типичного чернозема /И.Н. Соловьев // Автореферат дис. канд. с.-х. наук. М.,1987. – 25 с.
- 46 Адаменко О.М., Рудько Г.І. Екологічна геологія. – К.: Манускрипт, 1998. – 348 с.
- 47 Tchobanoglous, G. et al. (1993). Integrated solid waste management. NJ: McGraw-Hill. NCEES, FE Reference Handbook. (7th edn). (2005). 442p.
- 48 Bedient, PR., et al. (1999). Groundwater contamination (2nd Edn). Upper Saddle River: Prentice Hall. 287 p.
- 49 Conway, R. A., & Ross, R. D. (1980) . Handbook of industrial waste disposal. NY: Van Nostrand Rheinhold. 343p.
- 50 Viessman, W., & Hammer, M. J. (1985). Water supply pollution control (4th ed.). New York: Harper & Row. 287 p.

- 51 Тугай А.М. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання :Навч.посібник/ А.М.Тугай, В.О.Терновцев, Я.А,Тугай.- К.: КНУБА, 201.- 254с.
- 52 Василенко О.А. Раціональне використання та охорона водних ресурсів: Навч.посібник/ О.А,Василенко, Л.Л.Литвиненко, О.М.Квартенко.- Рівне.: НУВГП, 2006.- 246с.
- 53 Хоружий П.Д. Ресурсозберігаючі технології водопостачання / П.Д.Хоружий, Т.П.Хомутецька, В.П.Хоружий.-К.:Аграрна наука, 2008.- 534с.